MAX

3 A

NOVA

VMBO-GT

Nask 1

Natuurkunde



Bewaar dit boek! · Het bevat examenstof ·

NAAM EN KLAS:

MALMBERG

NOVA

3 VMBO-GT deel A

Nask 1

Auteurs
S. Michon
F. Kappers
C. Schatorjé

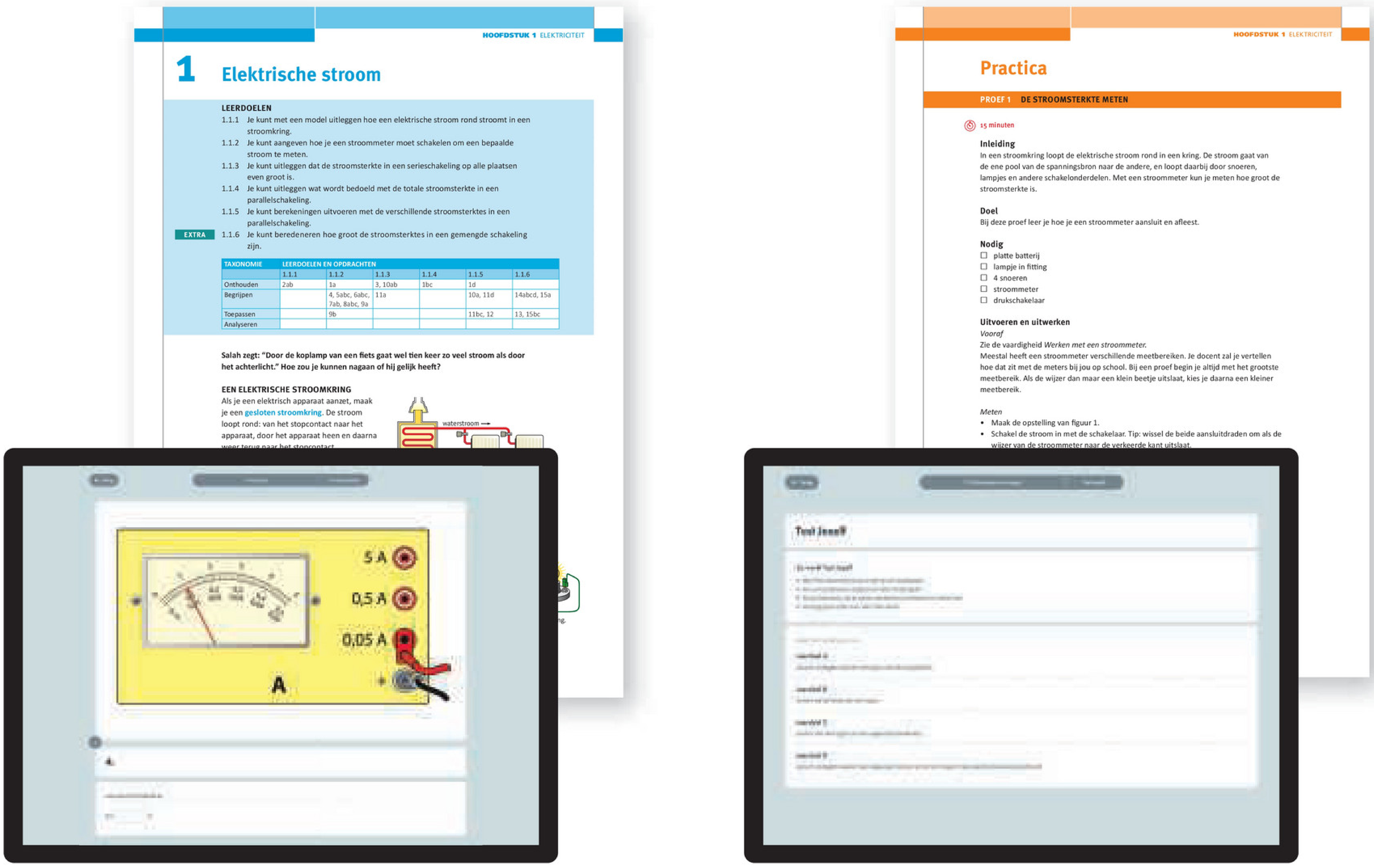
MAX Release 2021

www.malmberg.nl/nova-natuurkunde
Malmberg, 's-Hertogenbosch

Aan de slag met Nova

Waarom Nova?

Natuurkunde gaat over de wereld om je heen. Met *Nova* heb je alles binnen handbereik om dit te ervaren, te beleven en te ontdekken!



Werk in je boek én online!

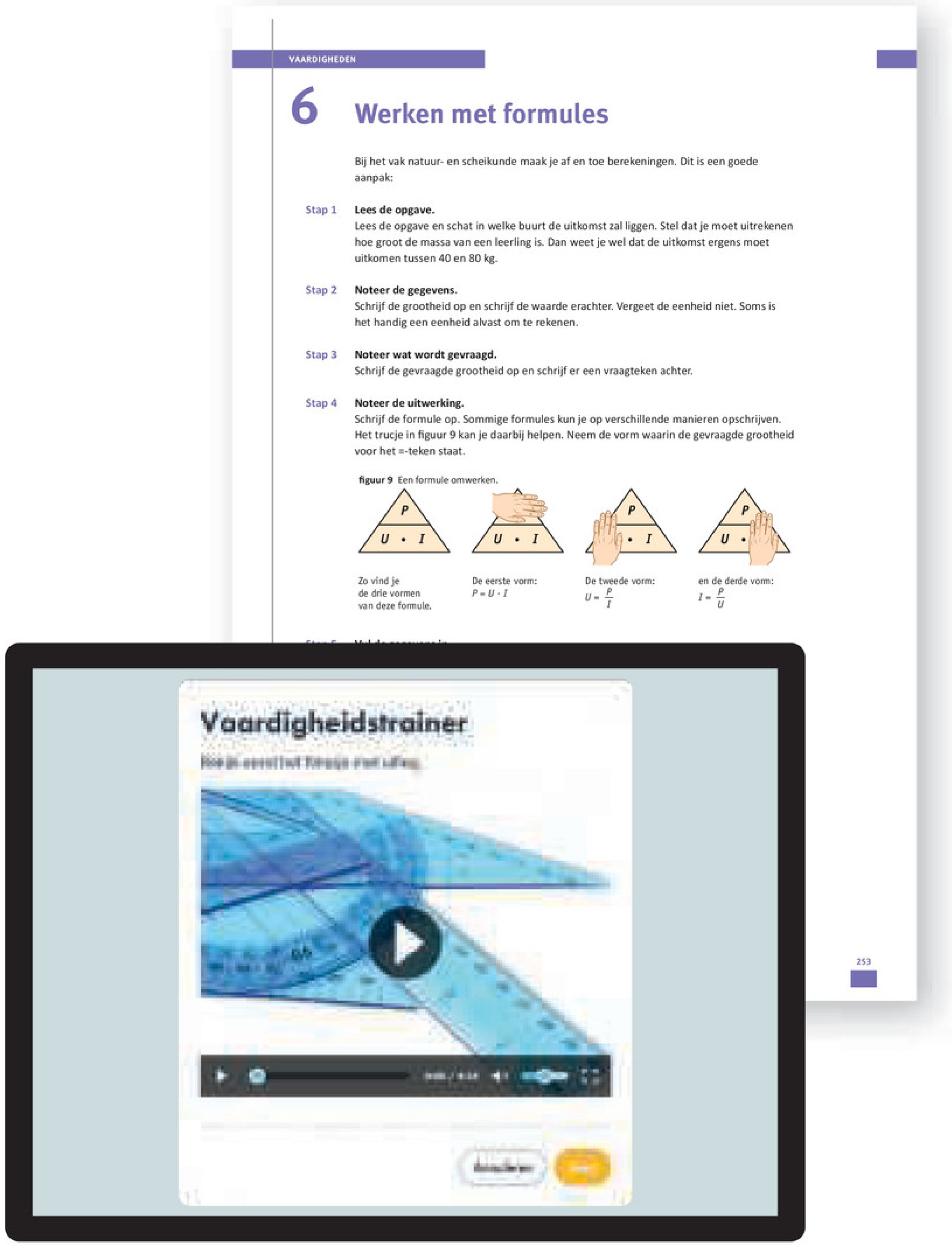
Er zijn twee boeken per leerjaar en een online leeromgeving. Je docent kiest wat je online doet (met laptop, tablet of telefoon) en wat in je boek. Elk hoofdstuk is verdeeld in een Introductie waarin je je voorkennis test, Theorieparagrafen, een Practicumparagraaf en een Afsluiting. Aan het begin van elke paragraaf is met leerdoelen aangegeven wat je gaat leren en op welk taxonomieniveau je het geleerde oefent bij de opdrachten. Met de extra stof kun je jezelf uitdagen. Bij de practica ga je zelf aan de slag en leer je onderzoeken. In de Afsluiting vind je een overzicht van de leerstof in de onderdelen Onthoud en Begrippen.

Voordelen van online

- Je ziet snel wat je goed of fout doet.
- Je krijgt direct feedback op je antwoorden.
- Je bekijkt filmpjes en animaties.
- Je oefent belangrijke vaardigheden met de *Vaardigheidstrainer*.
- Je test je voorkennis met de *Voorkennistoets*.
- Je leert de begrippen met de *Flitskaarten*.
- Je meet of je de stof beheerst met de *Test jezelf*, *Oefentoets* en *Diagnostische toets*.
- Je docent volgt hoe je het doet.

Vaardigheden
Aan het eind van elk boek vind je het onderdeel Vaardigheden. Daarin worden de belangrijkste vaardigheden om onderzoek te doen uitgelegd. Enkele belangrijke vaardigheden kun je online oefenen met de *Vaardigheidstrainer*.

Goede voorbereiding op de toets!
In de afsluiting in het boek vind je in elk hoofdstuk de onderdelen Onthoud en Begrippen die je helpen bij de voorbereiding op de toets. In de online paragraaf Afsluiting staat een *Diagnostische toets*. Hier vind je ook *Flitskaarten* voor het leren van alle begrippen. Twijfel je of je de stof voldoende beheerst? Maak dan aan het einde van elke paragraaf de *Test jezelf* of *Oefentoets*.





Voordelen van het boek
- Je hebt snel overzicht in wat je gaat leren.
- Je leest lange teksten op papier.
- Je schrijft je berekeningen op.
- Je markeert in de tekst en maakt aantekeningen.
- Je tekent en kleurt zodat je leerstof goed onthoudt.

Betekenis symbolen

(online-symbool)	Ga naar de online leeromgeving voor handige extra's.
PROEF 1	Er is een proef bij deze lesstof.
(stopwatch-symbool)	Met deze proef ben je zolang bezig.
(ster-symbool)	Dit is een moeilijke opdracht.
(boek-symbool)	Deze opdracht maak je het beste in het boek.

Inhoud Deel A

Inhoud Deel B

1 Elektriciteit

ELEKTRICITEIT IN HET DAGELIJKS LEVEN

Een leven zonder elektriciteit is niet voor te stellen. Er is elektriciteit nodig voor het opladen van je smartphone, tablet of het gebruik van de magnetron. Ook de elektrische fiets is niet meer weg te denken uit het straatbeeld!

INTRODUCTIE

THEORIE

PRACTICA

AFSLUITING




aspern
mobil bewusst
www.aspern-seestadt.at

Wat weet je al over elektriciteit?

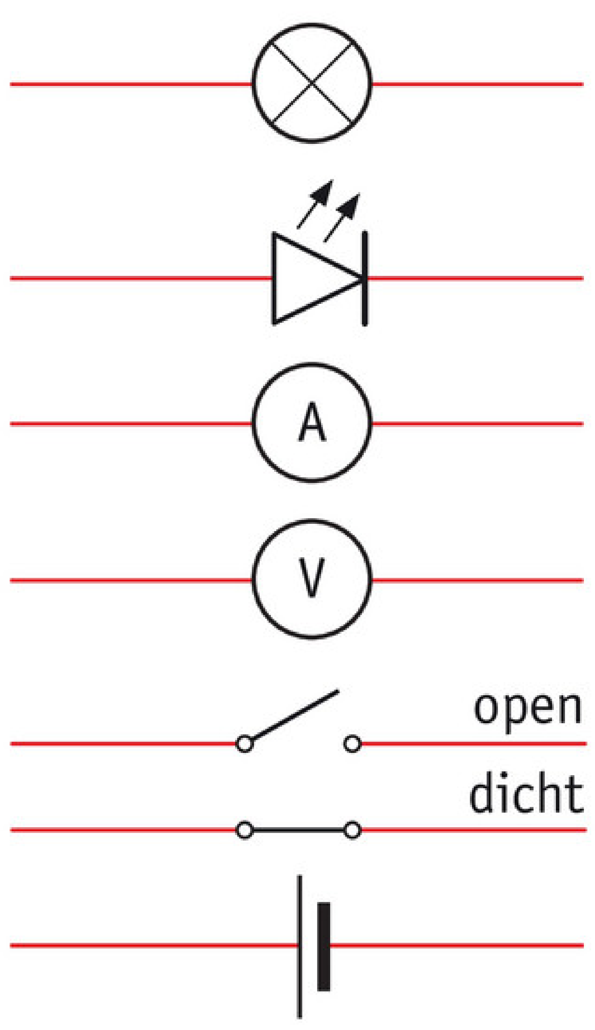
LEERDOELEN

1 Je kent de symbolen die je gebruikt om een schakelschema te maken.
2 Je kunt uitleggen welke stoffen geleiders en isolatoren zijn en een aantal voorbeelden geven.
3 Je kunt uitleggen op welke manier je de stroomsterkte meet.
4 Je kunt het verschil tussen een parallelschakeling en een serieschakeling uitleggen.
5 Je kunt rekenen met de eenheid van stroomsterkte.
6 Je kent de eenheid van vermogen.

In deel 1-2 van Nova nask heb je al een aantal dingen over elektriciteit geleerd. Je hebt deze kennis weer nodig wanneer je aan dit hoofdstuk begint. Wil je snel controleren wat je nog weet? Maak dan de volgende opdrachten.

OPDRACHTEN VOORKENNIS

1 Koppel de juiste component aan elk symbool.



A ○ ○ 1 batterij
B ○ ○ 2 lamp
C ○ ○ 3 led
D ○ ○ 4 schakelaar
E ○ ○ 5 spanningsmeter
F ○ ○ 6 stroommeter

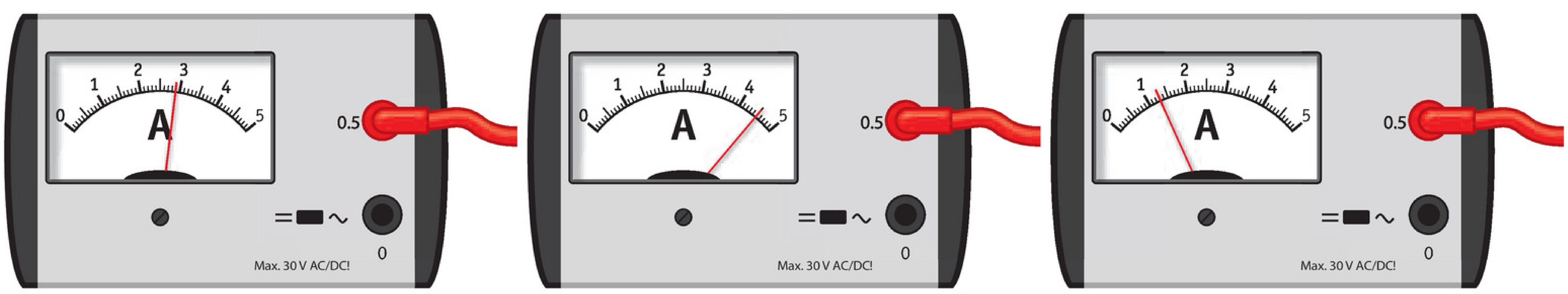
2 Kies de stoffen die elektrische stroom goed geleiden.
aluminium – glas – ijzer – koper – kurk – plastic – rubber – staal

3 Lees af hoe groot de stroomsterkte is die de stroommeters aangeven.

a De stroomsterkte van meter a is .... A.

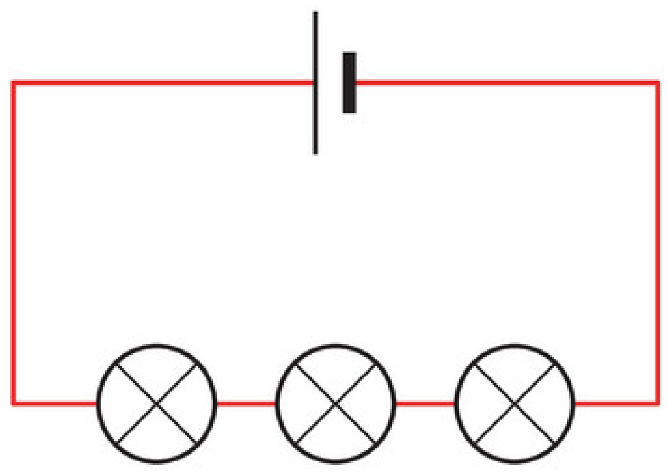
b De stroomsterkte van meter b is .... A.

c De stroomsterkte van meter c is .... A.

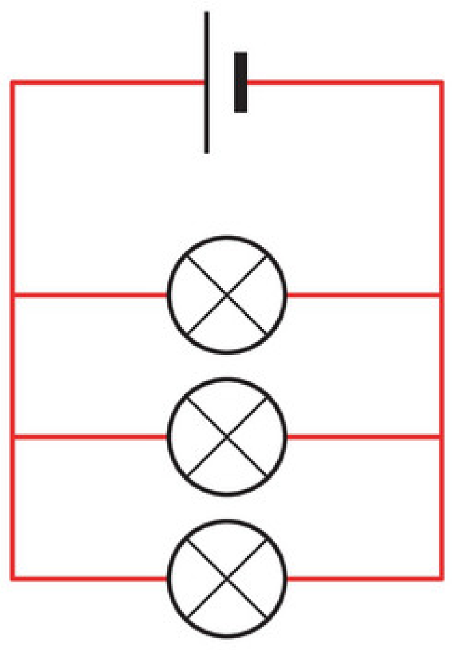


stroommeter a stroommeter b stroommeter c

4 Kies bij elke figuur de juiste soort schakeling.



parallelschakeling / serieschakeling



parallelschakeling / serieschakeling

5 Reken om.
0,001 A = 1 mA

0,025 A = ... mA

0,328 A = ... mA

6 Reken om.
1 mA = 0,001 A

98 mA = ... A

142 mA = ... A

7 Reken om.
1 W = 0,001 kW

6000 W = ... kW

223 W = ... kW

8 Reken om.
1 kW = 1000 W

7,8 kW = ... W

0,037 kW = ... W

Wil je weten of je voldoende voorkennis hebt voor dit hoofdstuk, maak dan online de *Voorkennistoets*. Daar vind je ook filmpjes over de belangrijkste leerdoelen voor dit hoofdstuk.

1 Elektrische stroom

LEERDOELEN

1.1.1 Je kunt met een model uitleggen hoe een elektrische stroom rond stroomt in een stroomkring.

1.1.2 Je kunt aangeven hoe je een stroommeter moet schakelen om een bepaalde stroom te meten.

1.1.3 Je kunt uitleggen dat de stroomsterkte in een serieschakeling op alle plaatsen even groot is.

1.1.4 Je kunt uitleggen wat wordt bedoeld met de totale stroomsterkte in een parallelschakeling.

1.1.5 Je kunt berekeningen uitvoeren met de verschillende stroomsterktes in een parallelschakeling.

EXTRA 1.1.6 Je kunt beredeneren hoe groot de stroomsterktes in een gemengde schakeling zijn.

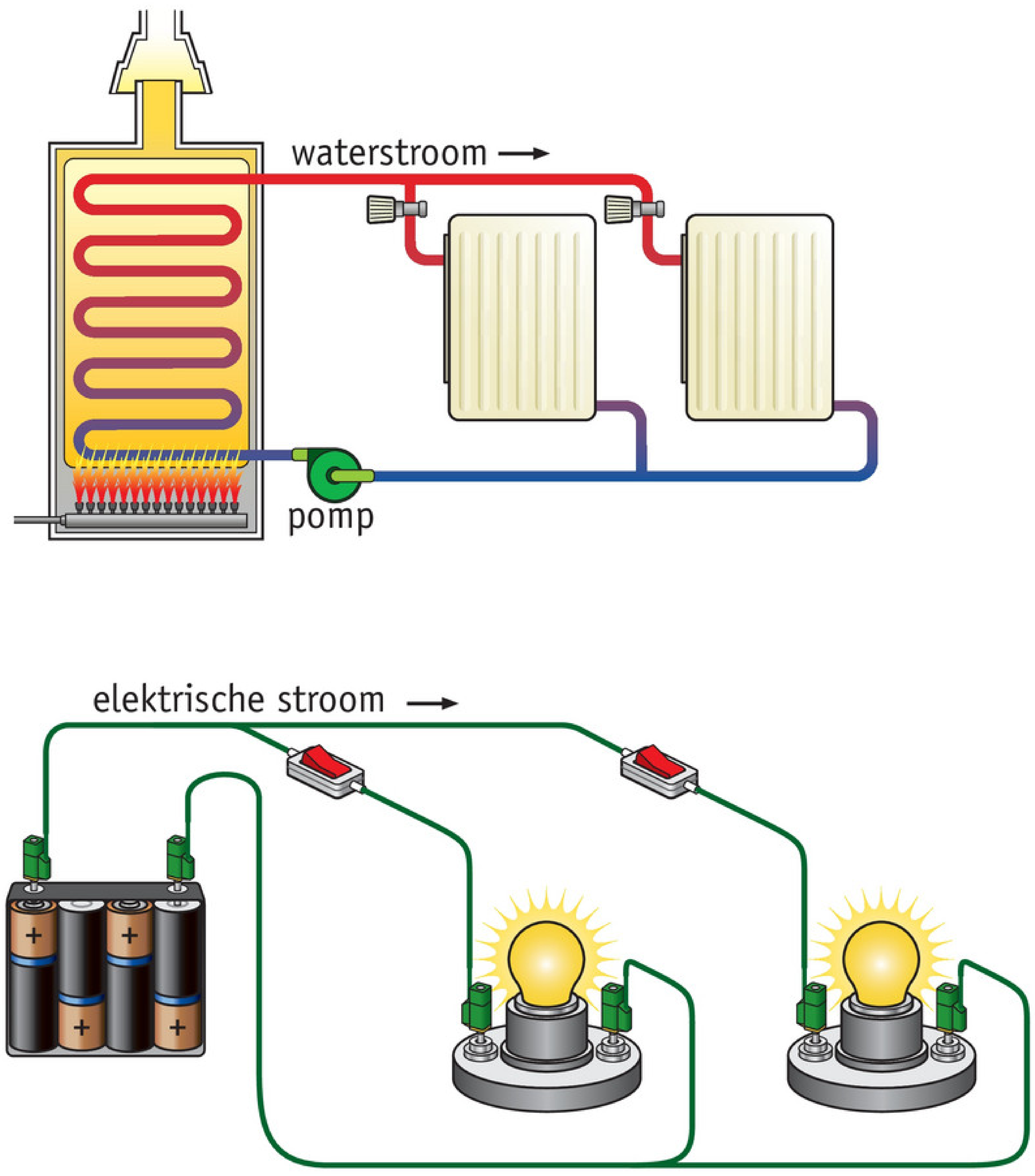
TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	1.1.1	1.1.2	1.1.3	1.1.4	1.1.5	1.1.6
Onthouden	2ab	1a	3, 10ab	1bc	1d	
Begrijpen		4, 5abc, 6abc, 7ab, 8abc, 9a	11a		10a, 11d	14abcd, 15a
Toepassen		9b			11bc, 12	13, 15bc
Analyseren						

Salah zegt: "Door de koplamp van een fiets gaat wel tien keer zo veel stroom als door het achterlicht." Hoe zou je kunnen nagaan of hij gelijk heeft?

EEN ELEKTRISCHE STROOMKRING

Als je een elektrisch apparaat aanzet, maak je een **gesloten stroomkring**. De stroom loopt rond: van het stopcontact naar het apparaat, door het apparaat heen en daarna weer terug naar het stopcontact.

Om te begrijpen hoe de stroom door zo'n stroomkring loopt, kun je een model gebruiken. Een goed model is de cv-installatie van een woonhuis. In een cv-installatie stroomt water in een gesloten kring rond (figuur 1). Een pomp zorgt voor het rondstromen van het water. Je kunt het stromende water onderbreken door een kraan in de leiding dicht te draaien. Dat is de knop op de radiator.



figuur 1 De cv-installatie als model voor een stroomkring.

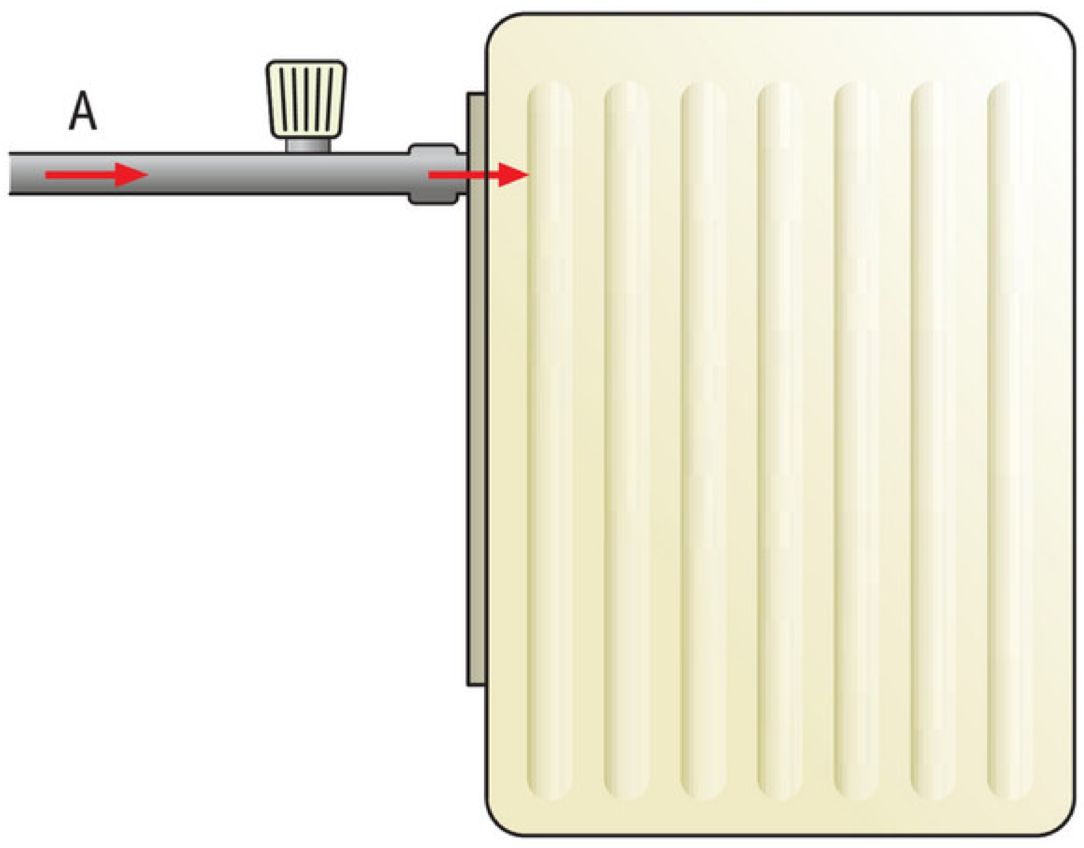
In een stroomkring loopt elektrische stroom in een gesloten kring rond. Een spanningsbron (de 'pomp') zorgt voor het rondlopen van de stroom. Je kunt de stroom met een schakelaar (de 'kraan') aan- en uitzetten.

DE STROOMSTERKTE METEN

PROEF 1

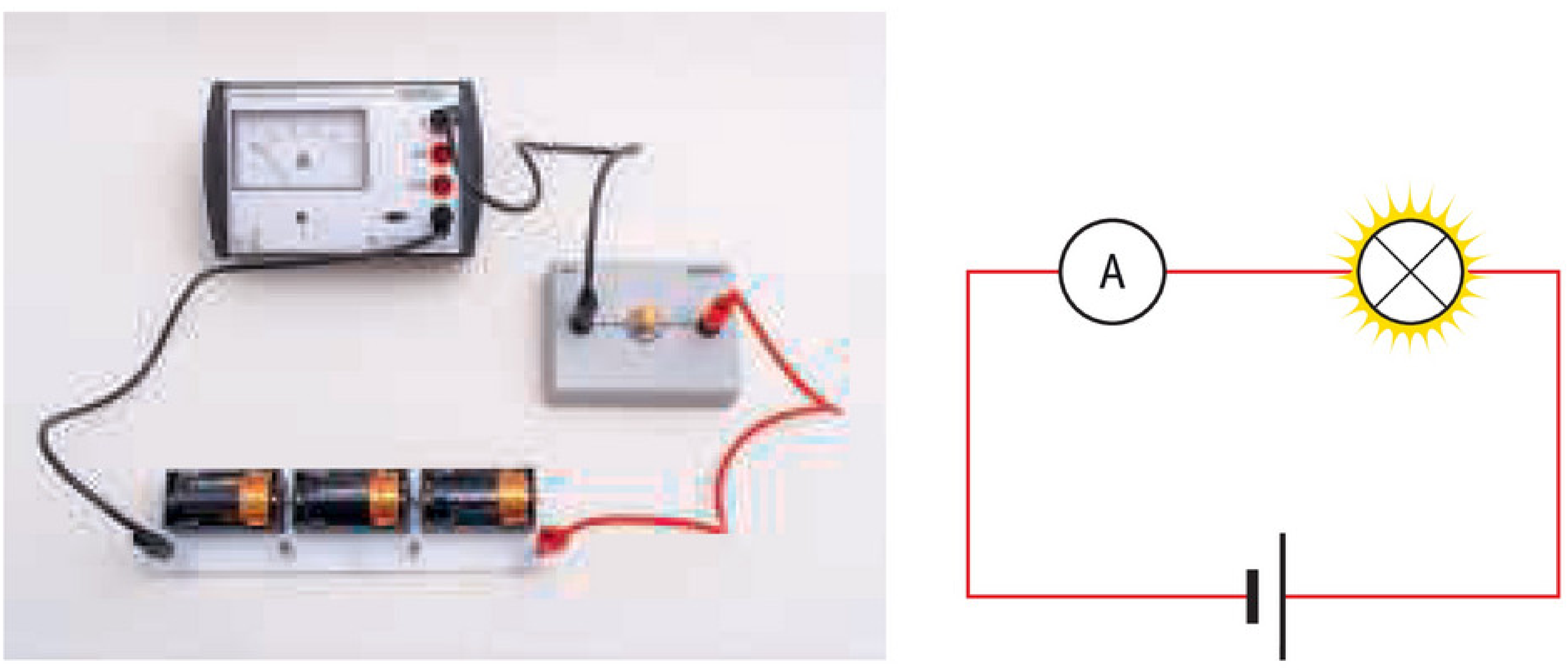
Door de buizen van een cv-installatie stroomt water. Je kunt meten hoeveel liter water per seconde een bepaald punt passeert. In figuur 2 is dat bijvoorbeeld 0,1 liter per seconde. Die 0,1 liter per seconde noem je de stroomsterkte van het water.

Bij A passeert elke seconde 0,1 liter water.



figuur 2 De stroomsterkte in een cv-buis.

Met een **stroommeter** kun je de **stroomsterkte** in een elektrische stroomkring meten. In figuur 3 zie je hoe je de stroommeter moet aansluiten: in serie met het lampje. Je kunt de stroomsterkte dan aflezen in ampère (A) of in milliampère (mA). Door het lampje in figuur 3 loopt bijvoorbeeld een stroomsterkte van 0,2 A. Dat is 200 mA.



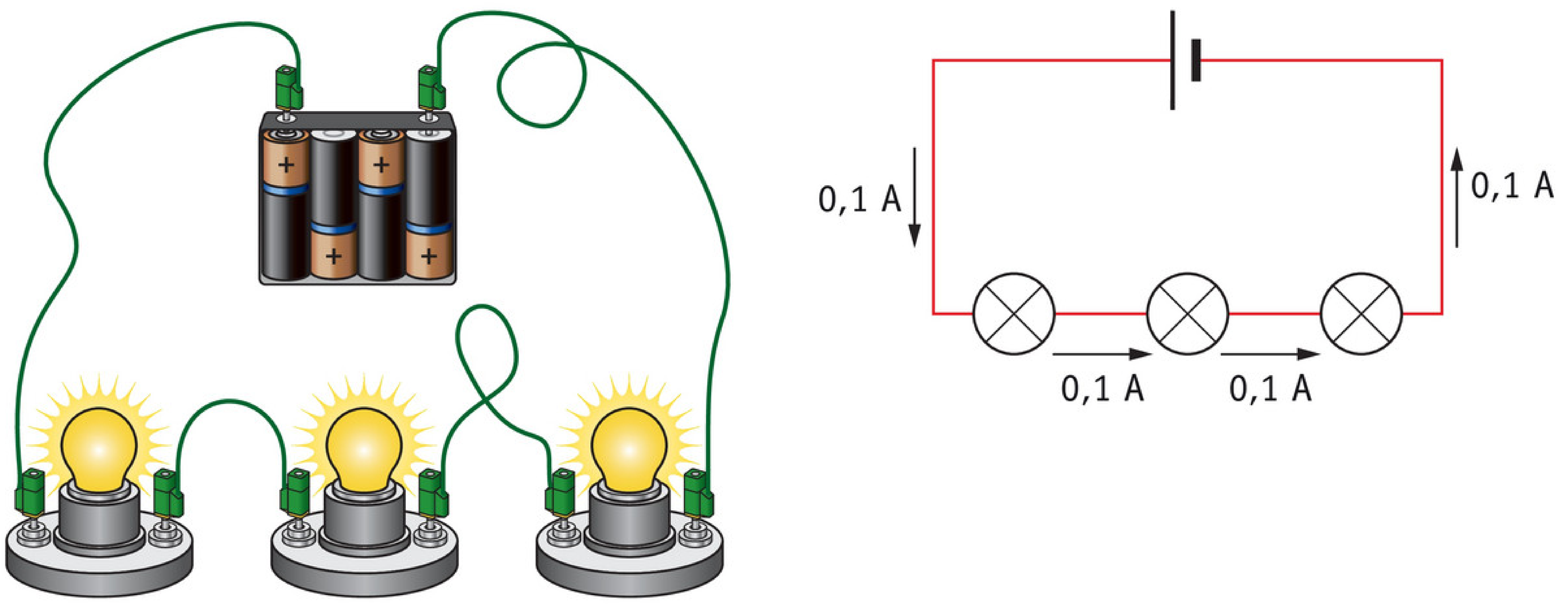
figuur 3 Zo meet je de stroom door een lampje.

DE STROOMSTERKTE IN EEN SERIESCHAKELING

PROEF 2

In een **serieschakeling** kan de stroom maar één route volgen. De stroomsterkte is overal even groot. Dat kun je begrijpen met het cv-model. Als er aan de ene kant van een buis 1 liter water per seconde binnenstroomt, moet er aan de andere kant ook weer 1 liter water per seconde uitstromen. Onderweg verdwijnt er geen water.

Zo zit dat ook met de elektrische stroom die door een serieschakeling loopt. Als je links van een lampje een stroom meet van 0,1 A, meet je ook rechts van het lampje een stroom van 0,1 A. De stroomsterkte is overal even groot (figuur 4).



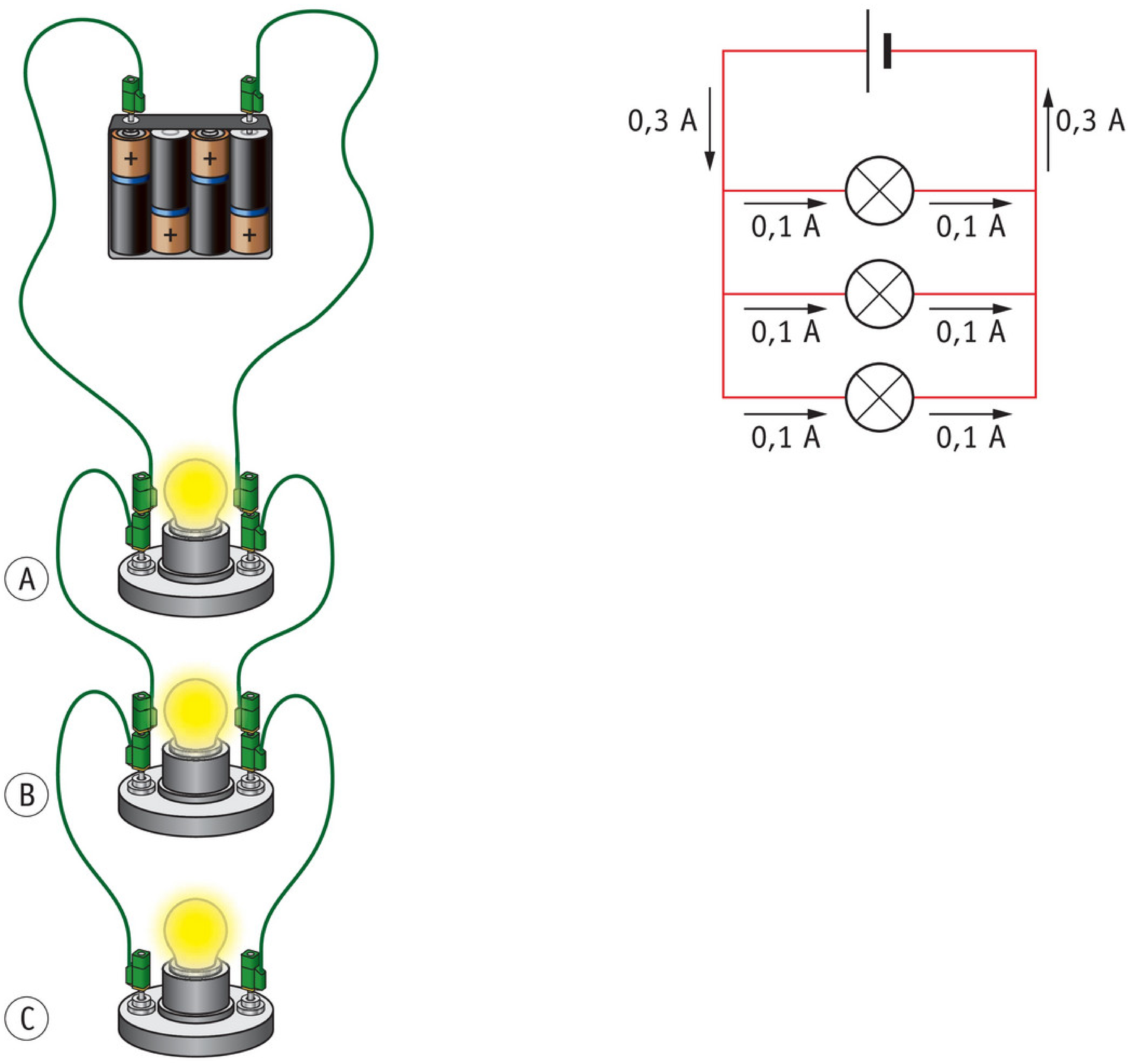
figuur 4 De stroomsterkte is overal even groot.

DE STROOMSTERKTE IN EEN PARALLELSCHAKELING

PROEF 3

Een **parallelschakeling** heeft vertakkingen. Daardoor kan de stroom verschillende routes nemen (figuur 5). Door elke tak loopt een stroom met een bepaalde sterkte. Als je de stroomsterktes in alle takken bij elkaar optelt, vind je de totale stroomsterkte. Dat is de stroomsterkte in de leiding die naar de vertakkingen toe loopt en die in de leiding terugloopt naar de spanningsbron. Ook dat klopt met het cv-model.

figuur 5 Stroomsterktes in een parallelschakeling.



Voor de stroomsterkte wordt als symbool de letter I gebruikt. Hiermee kun je de rekenregel voor een parallelschakeling schrijven als:

$$I_{tot} = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots$$

In deze formule is:

- I de stroomsterkte in ampère (A).

Elke vertakking krijgt dus een eigen nummer. Door tak 1 loopt I_1, door tak 2 loopt I_2, enzovoort.

VOORBEELDOPDRACHT 1

In figuur 6 zijn drie elektrische apparaten op het lichtnet aangesloten.
Bereken de totale stroomsterkte.

gegevens $I_1 = 2$ A
$I_2 = 3$ A
$I_3 = 8$ A

gevraagd $I_{tot} = ?$

uitwerking $I_{tot} = I_1 + I_2 + I_3 = 2 + 3 + 8 = 13$ A

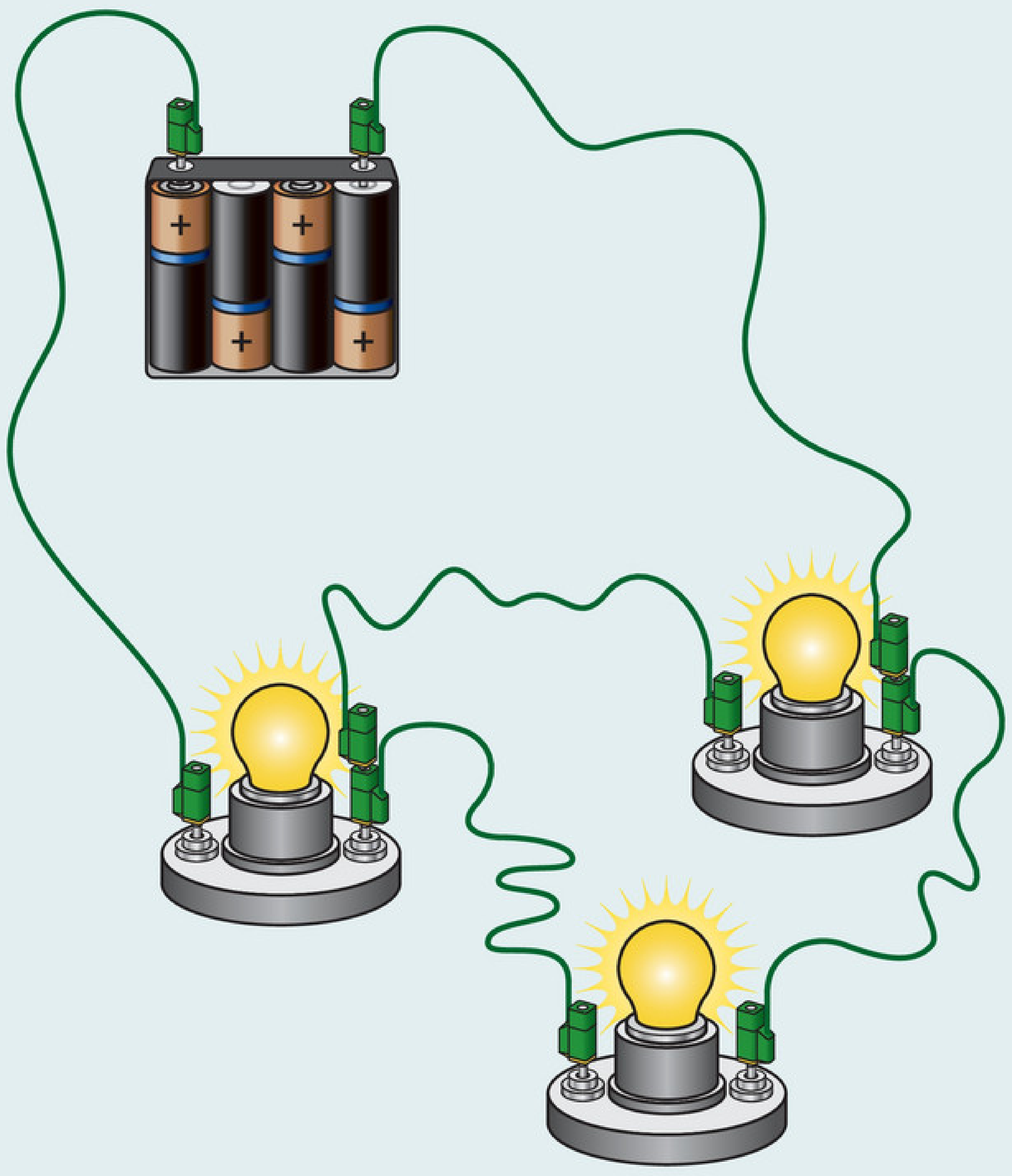


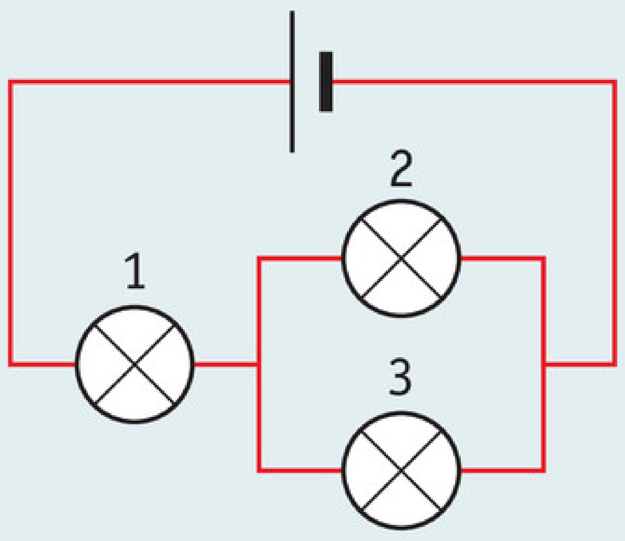
figuur 6 Hoe groot is de totale stroomsterkte?

EXTRA GEMENGDE SCHAKELINGEN

PROEF 4

In een gemengde schakeling zijn sommige onderdelen in serie geschakeld en andere parallel. In figuur 7 zie je een eenvoudig voorbeeld: de lampjes 2 en 3 zijn parallel aan elkaar geschakeld, maar ze staan in serie met lampje 1.





figuur 7 Een gemengde schakeling van drie lampjes.

Als je lampje 1 losdraait, gaan de lampjes 2 en 3 uit. Je hebt dan geen gesloten stroomkring meer. Maar als je lampje 2 losdraait, blijven de lampjes 1 en 3 gewoon branden. Dat komt doordat er dan nog steeds een gesloten stroomkring is.

Lampje 1 brandt feller dan lampje 2 of lampje 3. Dat dat zo is, kun je begrijpen met het cv-model. De schakeling vertakt zich na lampje 1. De stroom verdeelt zich dan over lampje 2 en lampje 3. Door lampje 1 loopt dus evenveel stroom als door lampje 2 en 3 samen.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Vul in.

a Met een .... kun je de stroomsterkte in een elektrische stroomkring meten.

b Het symbool van de stroomsterkte is de letter ....

c I = 0,5 A betekent: ....

d De totale stroomsterkte (I_{tot}) in een parallelschakeling kun je berekenen met de formule:

....

2 Het rondlopen van een elektrische stroom kun je vergelijken met het stromen van water door een cv-installatie.

a Wat is de 'pomp' in een elektrische stroomkring? de ....

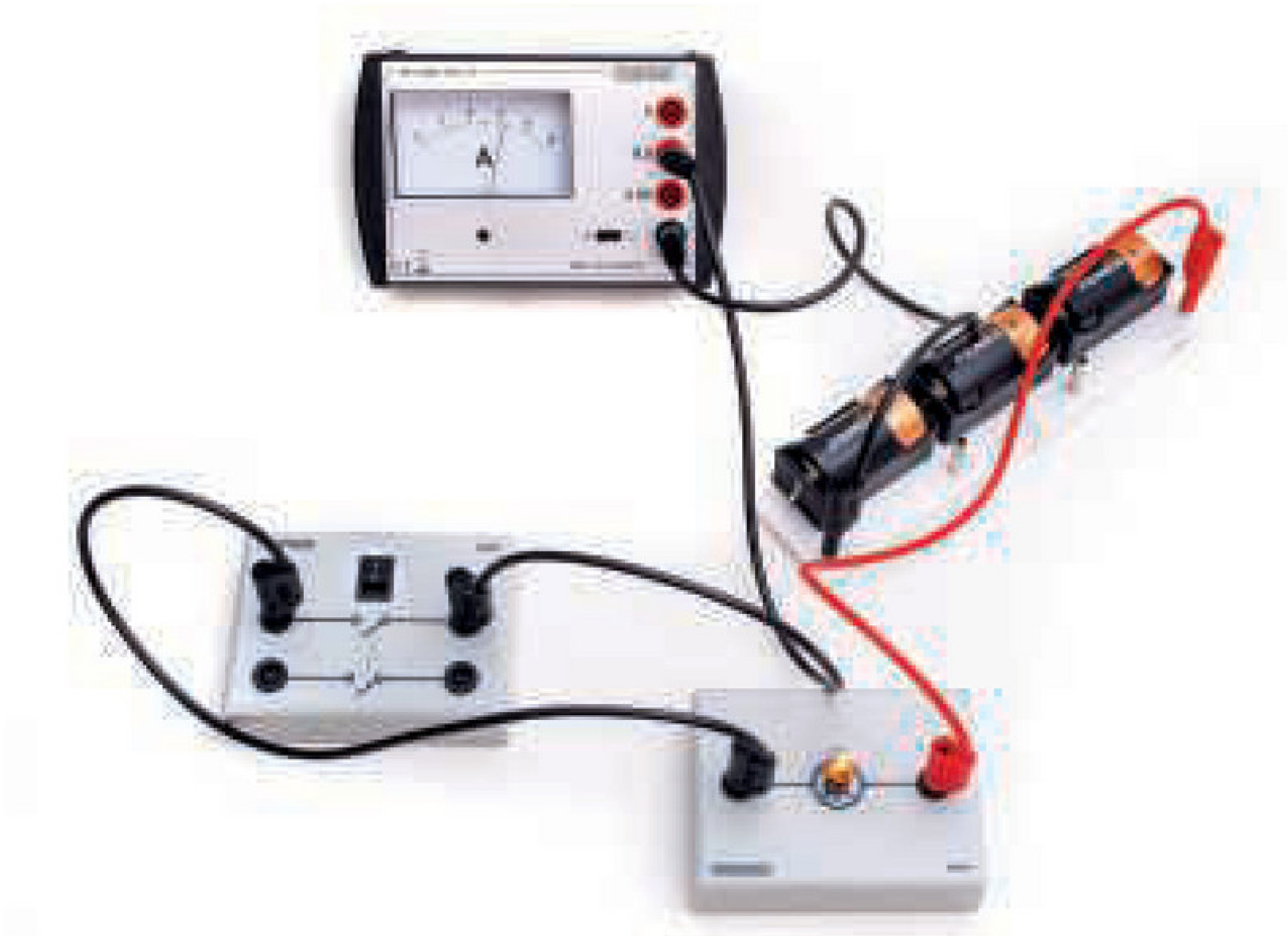
b Wat zijn de 'kranen' in een elektrische stroomkring? de ....

3 Wat weet je over de stroomsterkte in een serieschakeling?

....

....

4 In figuur 8 zie je een foto van een schakeling.
Teken het schakelschema in het tekenvak.



figuur 8 Een eenvoudige stroomkring.

TOEPASSING

5 Zie de vaardigheid *Werken met voorvoegsels*.
Reken om.

a 0,005 A = ... mA

b 0,035 A = ... mA

c 0,232 A = ... mA

6 Zie de vaardigheid *Werken met voorvoegsels*.
Reken om.

a 10 mA = ... A

b 25 mA = ... A

c 183 mA = ... A

Meer oefening nodig met het omrekenen van voorvoegsels?
Ga naar de *Vaardigheidstrainer* in paragraaf 1 Elektrische stroom.

7 Zie de vaardigheid *Werken met een stroommeter*.
Jos heeft vier manieren bedacht om de stroomsterkte door een lampje te meten. Zie de schakelschema's in figuur 9.

a Leg uit welke twee schakelingen fout zijn.

....

....

....

....

....

b Maakt het uit welke van de twee overgebleven schakelingen Jos kiest? Leg je antwoord uit.

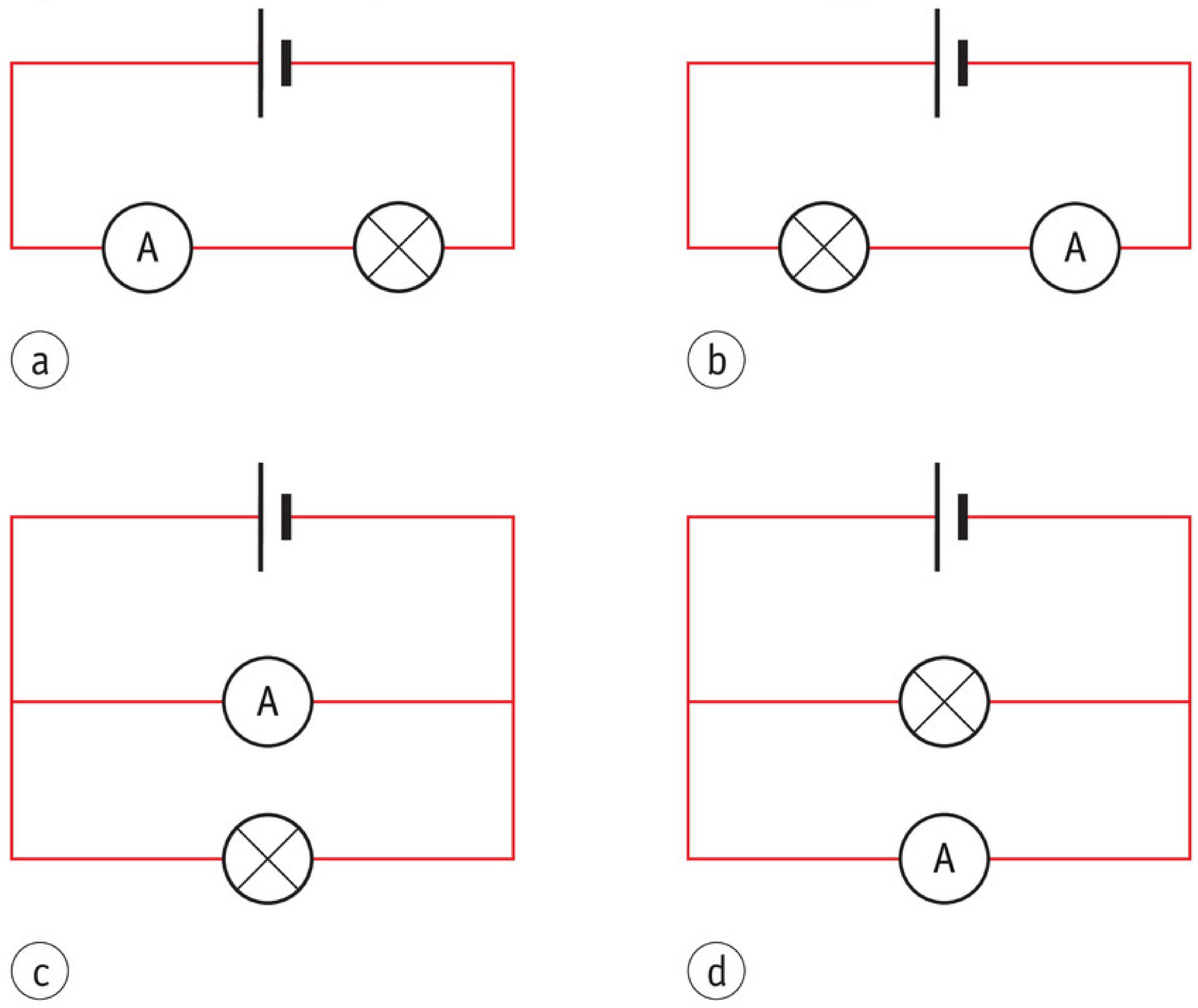
....

....

....

....

figuur 9 Hoe meet je de stroom door het lampje?



8 Jenny doet drie proeven waarbij ze telkens de stroom meet. De foto's in figuur 10 zijn tijdens die proeven genomen. Noteer bij elke foto:

- welk meetbereik is gebruikt;
- hoe groot de stroomsterkte is.

a stroommeter a:

meetbereik: ....

stroomsterkte: ....

b stroommeter b:

meetbereik: ....

stroomsterkte: ....

c stroommeter c:

meetbereik: ....

stroomsterkte: ....

figuur 10 Wat geven de drie stroommeters aan?



stroommeter a | stroommeter b | stroommeter c

9 Ilse gebruikt een stroommeter om de stroomsterkte door een lampje te meten (figuur 11).

a Er is iets fout: de wijzer van de stroommeter beweegt de verkeerde kant op.
Wat heeft Ilse fout gedaan?

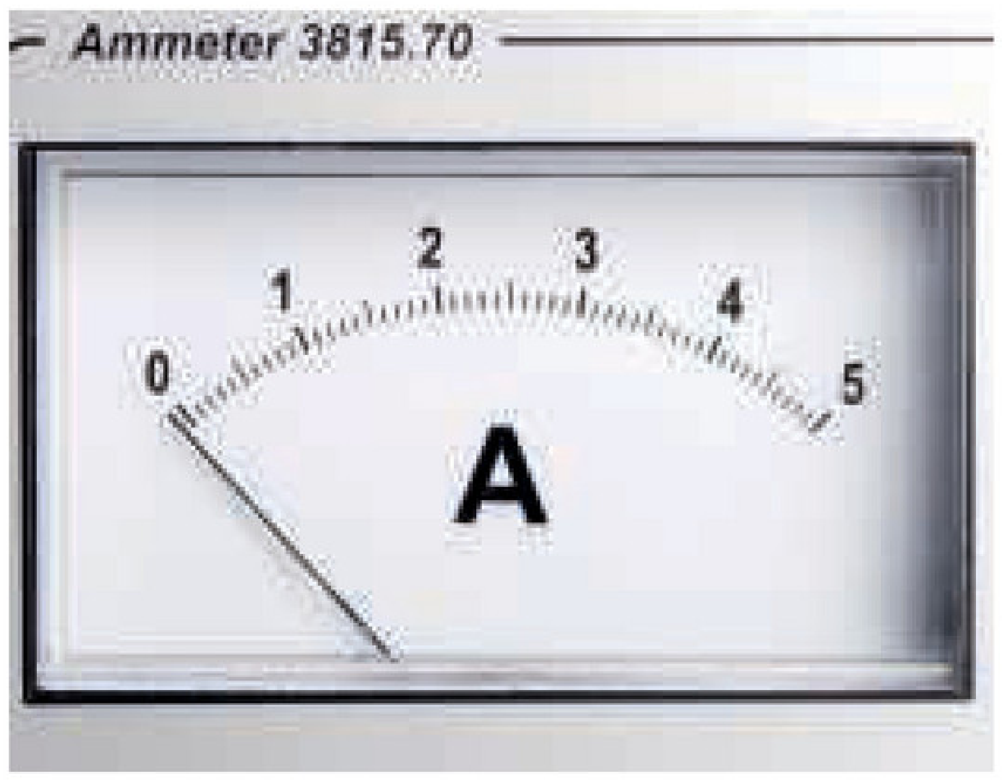
....

....

....

....

....



figuur 11 De stroommeter werkt niet goed. Wat is er fout gegaan?

b Leg uit hoe Ilse dit probleem kan oplossen.

....

....

....

....

10 De boordlichten van een modelboot branden op een batterijtje. Anneke weet niet of de lampjes in serie of parallel geschakeld zijn. Om daar achter te komen, draait ze één van de lampjes los.

a Wat zal ze zien als de lampjes parallel zijn geschakeld?

....

b Wat zal ze zien als de lampjes in serie zijn geschakeld ?

....

....

11 Mayia heeft een schakeling gebouwd met een lampje en een stroommeter. In figuur 12 zie je haar schakeling. De stroommeter geeft in deze situatie 0,2 A aan.

a Hoe zijn het lampje en de stroommeter geschakeld? *in serie / parallel*

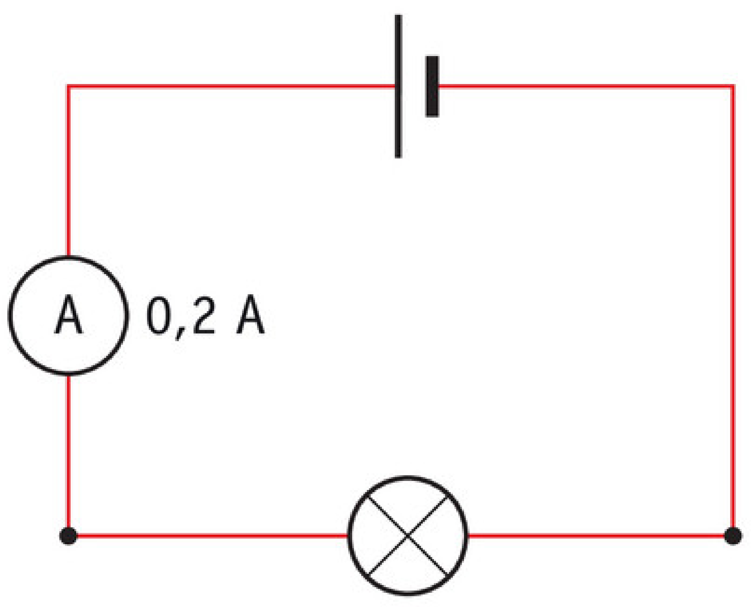
b Mayia sluit hierna precies zo'n lampje aan, parallel aan het eerste lampje.
De stroommeter meet nu de stroom door beide lampjes samen.
Teken in figuur 12 hoe Mayia het tweede lampje heeft aangesloten.

c Welke stroomsterkte geeft de stroommeter aan na het aansluiten van het tweede lampje?

....

d Veranderde het licht van het eerste lampje toen Mayia het tweede lampje aansloot?

....



figuur 12 De schakeling van Mayia.

12 Niels heeft drie verschillende lampjes parallel aangesloten op één batterij. Door lampje 1 loopt een stroom van 0,1 A, door lampje 2 een stroom van 0,25 A en door lampje 3 een stroom van 0,6 A.
Bereken de totale stroomsterkte.

....

....

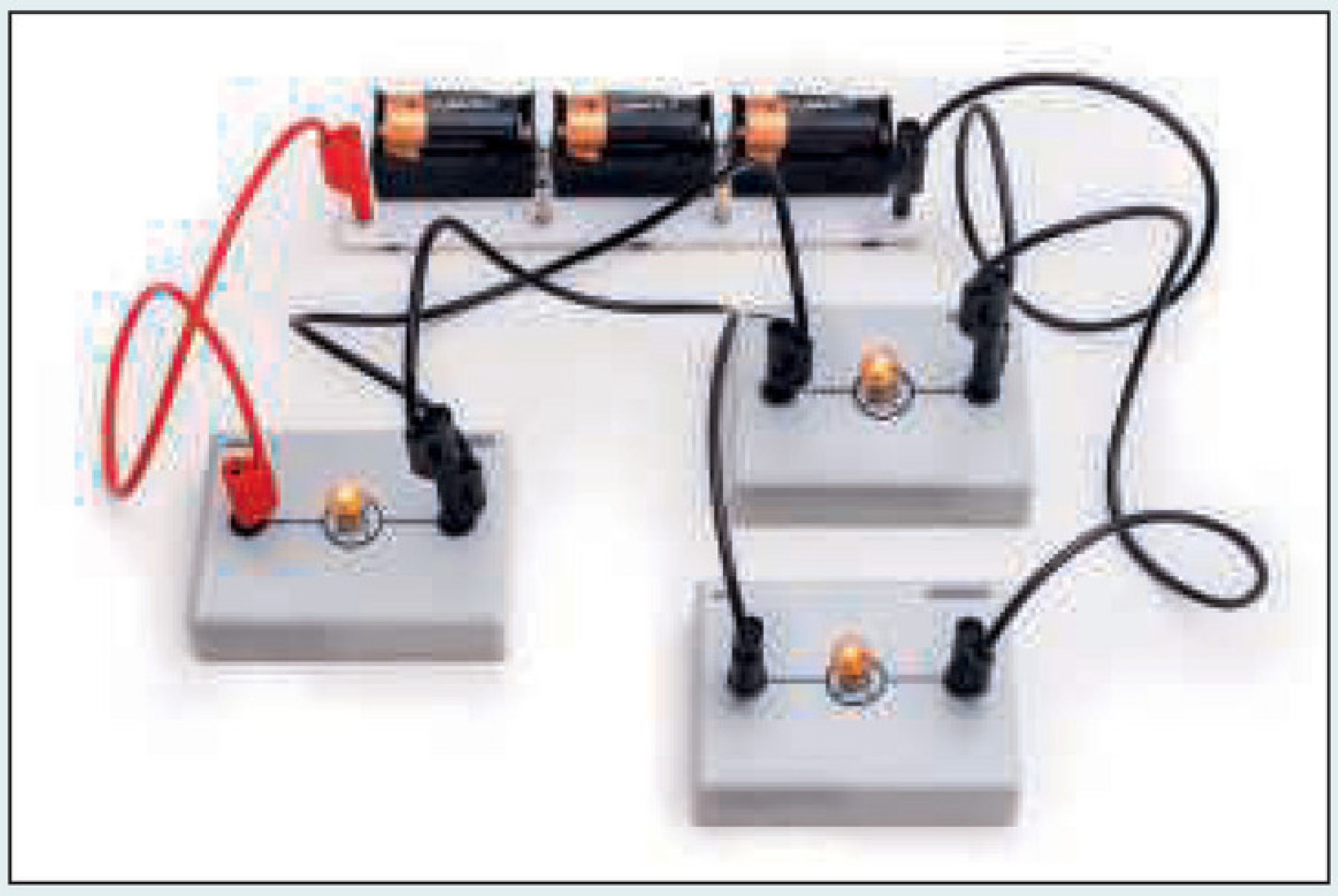
....

....

....

EXTRA GEMENGDE SCHAKELINGEN

13 In figuur 13 zie je een gemengde schakeling van drie lampjes en een batterij. Teken in het vak bij de foto het bijbehorende schakelschema.



figuur 13 Een gemengde schakeling.

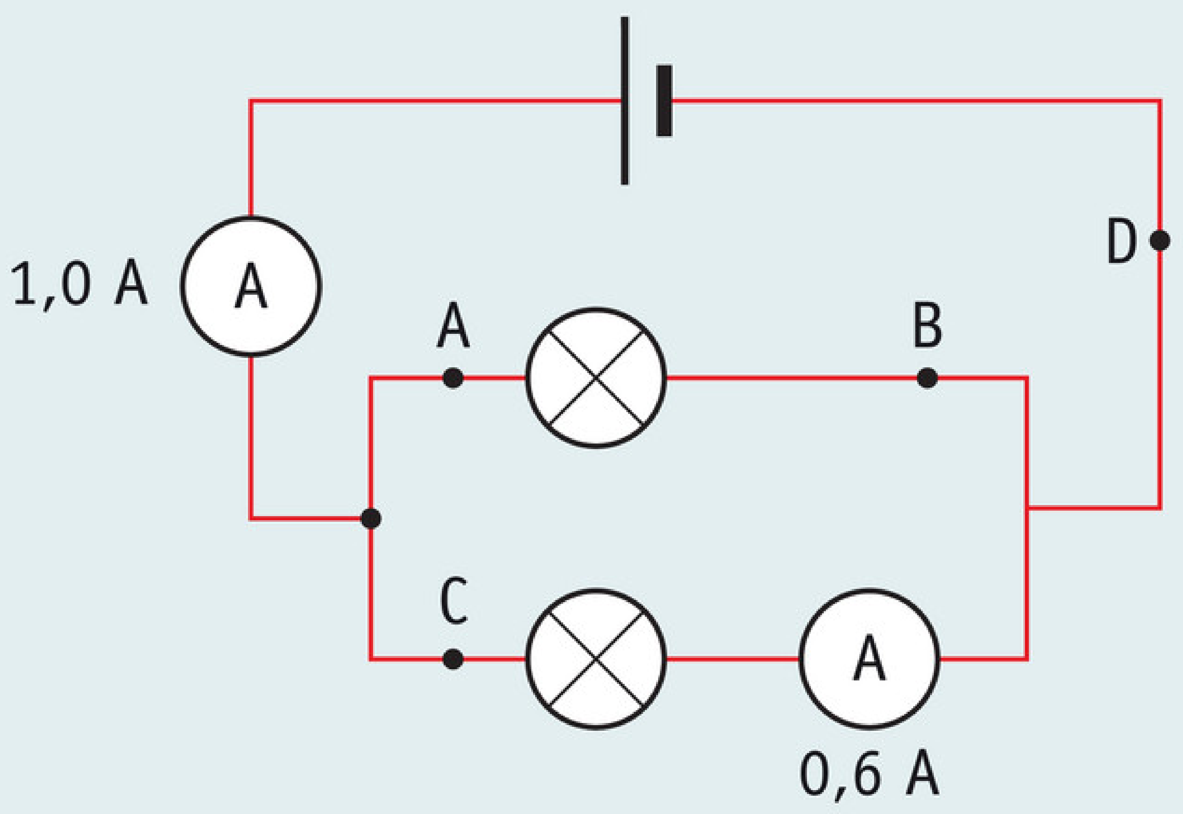
14 In de schakeling in figuur 14 is op twee plaatsen de stroomsterkte gemeten. De meetresultaten staan bij de schakeling vermeld.
Hoe groot is de stroomsterkte:

a bij A: .... A

b bij B: .... A

c bij C: .... A

d bij D: .... A



figuur 14 De stroomsterkte in een parallelschakeling.

15 Charlotte heeft een schakeling gemaakt met vijf gelijke lampjes. Zie figuur 15.

a Welke lampjes zullen het felst branden? Waarom?

....

....

....

b Door lampje 1 loopt een stroom van 0,6 A.
Bereken de totale stroomsterkte die de batterij levert.

....

....

....

c Hoe groot is de stroomsterkte door lampje 5?

....

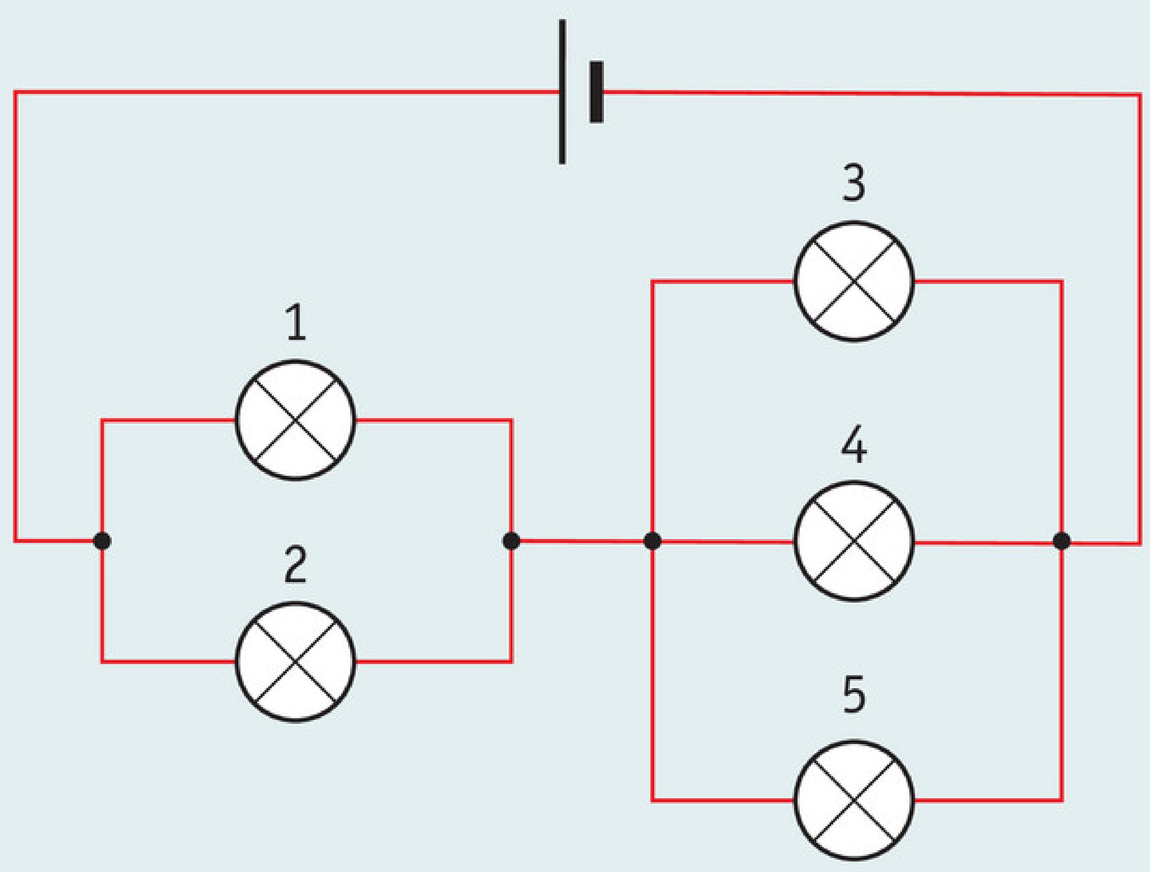
....

....

....

....

....



figuur 15 Charlottes schakeling.

Test je kennis met de *Test jezelf*.

2 Elektriciteit in huis

LEERDOELEN

1.2.1 Je kunt de onderdelen van een huisinstallatie benoemen vanaf de hoofdleiding in de meterkast.

1.2.2 Je kunt beschrijven waar de verschillend gekleurde draden in een huisinstallatie voor dienen.

1.2.3 Je kunt de oorzaak en de gevolgen beschrijven van kortsluiting en van overbelasting.

EXTRA 1.2.4 Je kunt het verschil uitleggen tussen gelijkspanning (DC) en wisselspanning (AC).

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	1.2.1	1.2.2	1.2.3	1.2.4
Onthouden	1a	1bcd, 2abc, 8bc	3ab, 4abc	11abcef
Begrijpen	5ab, 8e	7b, 8ad	6abcd, 9ab, 10a	11d, 12bcd
Toepassen			7ac, 10b	12a
Analyseren			10d	

Paf! Rafael heeft kortsluiting veroorzaakt. In de achterkamer en in de keuken valt de elektriciteit uit. Maar hoe kan het dat de lampen in de voorkamer gewoon blijven branden?

DE HUISINSTALLATIE

Door elk woonhuis loopt een netwerk van elektriciteitsdraden: de **huisinstallatie**. In figuur 1 zie je hoe de hoofdleiding bij de voordeur het huis binnenkomt. Na de kilowattuurmeter (kWh-meter) splitst de leiding zich in verschillende groepen. In de meeste huizen heb je vier tot zes groepen. In figuur 1 zijn voor de duidelijkheid maar twee groepen getekend.

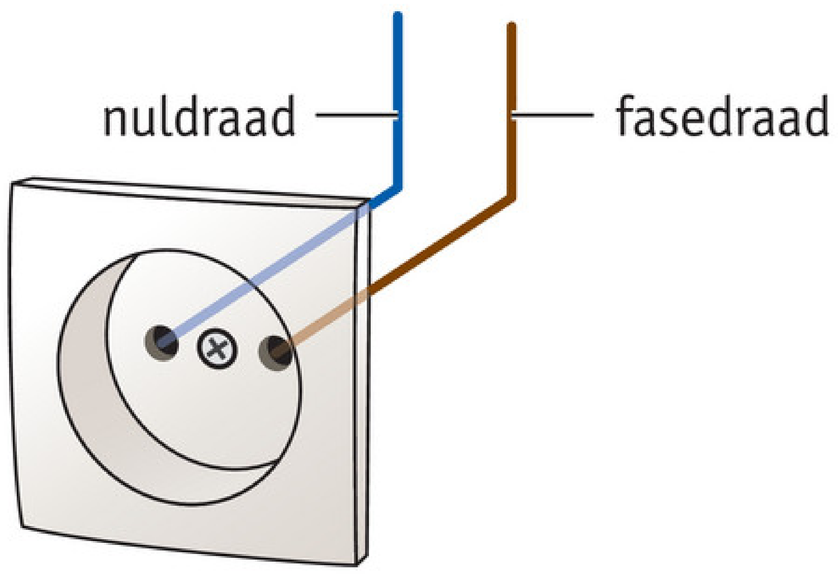


figuur 1 Een deel van de huisinstallatie.

De stopcontacten en lichtpunten van een groep zijn allemaal parallel geschakeld. Elke groep heeft een **groepsschakelaar** waarmee je de spanning van de stopcontacten en lichtpunten in die groep af kunt halen. Ook heeft elke groep een eigen zekering.

FASEDRAAD EN NULDRAAD

Voor elk stopcontact en elk lichtpunt is er een aparte vertakking. In figuur 2 zie je een voorbeeld van zo'n vertakking. In het stopcontact komen twee draden uit. Deze draden zijn gemaakt van koper, met pvc (een kunststof) als isolatie. De ene draad heeft een bruine isolatielaag: dit is de **fasedraad**. De andere draad heeft een blauwe isolatielaag: dit is de **nuldraad**.

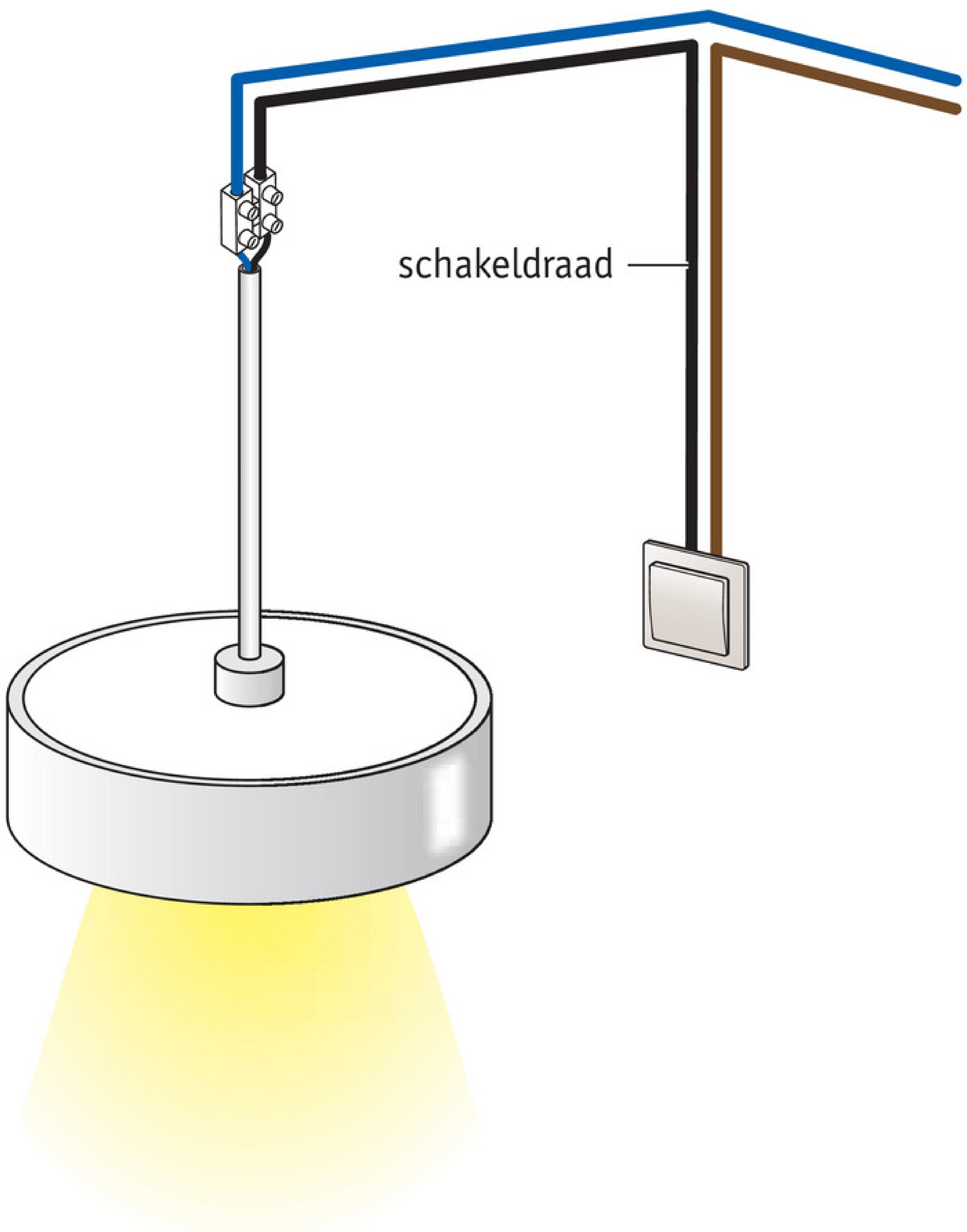


figuur 2 Zo wordt een stopcontact aangesloten.

Op de (bruine) fasedraad staat een spanning van 230 volt. Je moet het koper van deze draad beslist niet aanraken. Als je dat wel doet, loopt er een elektrische stroom door je lichaam: je krijgt een schok.

Op de (blauwe) nuldraad staat normaal gesproken geen spanning. Hij wordt gebruikt om de stroomkring te sluiten. Toch moet je het koper in een blauwe draad ook niet zomaar aanraken. Iemand kan de bruine en de blauwe draad per ongeluk hebben omgewisseld. Schakel dus altijd de spanning uit voordat je de draden aansluit of loshaalt.

In figuur 3 is getekend hoe je een hanglamp aansluit. Van de schakelaar naar de lamp loopt een zwarte draad: de **schakeldraad**. Op de schakeldraad staat alleen spanning als de schakelaar in de aan-stand staat.



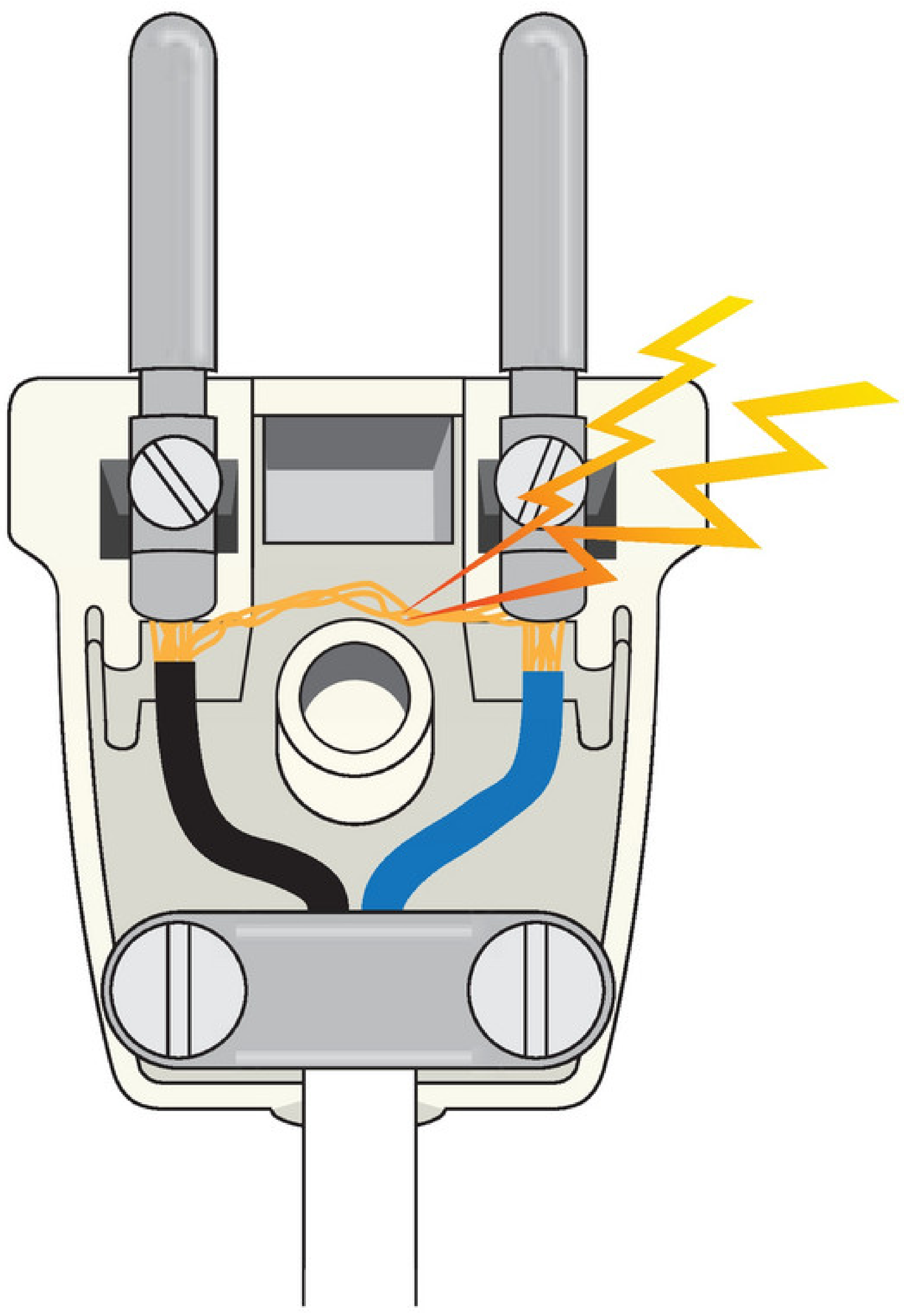
figuur 3 Zo sluit je een hanglamp aan.

KORTSLUITING

De fasedraad en de nuldraad hebben een kern van dik, goed geleidend koperdraad. De stroom gaat er gemakkelijk doorheen. Je zegt dan dat de draden een kleine **weerstand** hebben. Dat geldt ook voor het koperdraad in het snoer van een apparaat.

Een elektrisch apparaat heeft een veel grotere weerstand. Daarmee vergeleken is de weerstand van de aansluitdraden te verwaarlozen. De weerstand van het apparaat bepaalt dus hoe gemakkelijk de stroom door de stroomkring kan lopen. Hoe groter de weerstand van het apparaat, des te kleiner is de stroomsterkte.

Elektrische apparaten zijn zó ontworpen dat de stroomsterkte niet te groot kan worden. Dat verandert als er in het apparaat **kortsluiting** ontstaat. De stroom kan dan een andere weg nemen, met een kleinere weerstand. In figuur 4 zie je een voorbeeld. In de stekker raken de koperdraden elkaar. Daardoor is er een stroomkring ontstaan met een heel kleine weerstand. Als je de stekker in het stopcontact steekt, wordt de stroomsterkte veel te groot.



figuur 4 Kortsluiting in een stekker.

OVERBELASTING

Je mag niet te veel apparaten tegelijk op één groep aansluiten. In dat geval wordt de **totale stroomsterkte** te groot. Er ontstaat **overbelasting**; de leidingen van de meterkast naar de vertakkingen en weer terug moeten dan te veel stroom verwerken.

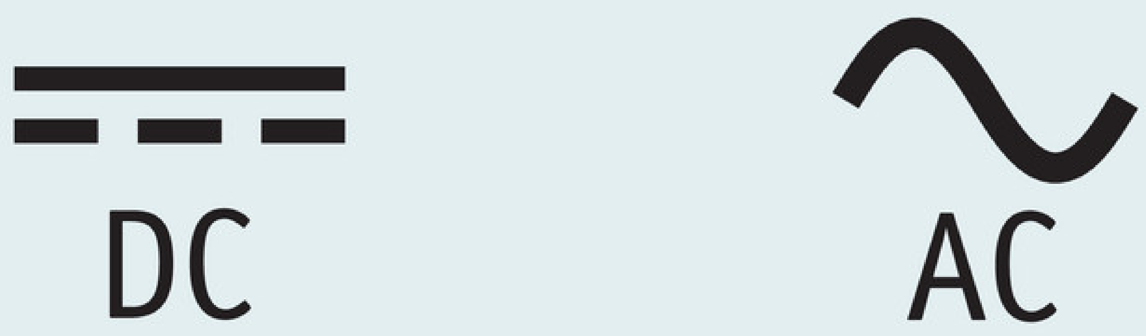
De totale stroomsterkte in één groep mag niet groter worden dan 16 A. Dat is de grootste waarde die nog veilig is. Het koperdraad in de elektriciteitsleidingen is op deze stroomsterkte berekend. Als de stroomsterkte stijgt tot boven 16 A, wordt het koperdraad te heet en ontstaat er brandgevaar.

EXTRA **WISSELSPANNING**

Een batterij of een accu levert steeds dezelfde spanning. De spanning verandert niet, zolang de batterij of accu niet 'leeg' begint te raken. Zo'n constante spanning noem je een gelijkspanning. Op apparaten zie je vaak de Engelse afkorting: DC = *direct current*.

Het lichtnet levert een spanning die juist wel steeds verandert. De spanning golft voortdurend op en neer, in een patroon dat zich vijftig keer per seconde herhaalt. Zo'n spanning noem je een wisselspanning. Ook hiervoor bestaat een afkorting in het Engels: AC = *alternating current*. In figuur 5 zie je de symbolen voor gelijkspanning en wisselspanning.

figuur 5 De symbolen van gelijkspanning (links) en wisselspanning (rechts).



symbool voor gelijkspanning — symbool voor wisselspanning

Het maakt niet uit of je een lamp aansluit op het lichtnet of op een constante spanning (gelijkspanning) van 230 V. In beide gevallen geeft de lamp evenveel licht. Daarom zeg je dat de 'effectieve spanning' van het lichtnet 230 V is.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Vul in.

a Je kunt de spanning van een groep halen met de .... in de meterkast.

b Naar elk stopcontact lopen twee draden: de .... waar 230 V op staat en de .... waar normaal gesproken geen spanning op staat.

c Deze twee draden zijn gemaakt van .... met daaromheen .... , een isolerende kunststof.

d Bij het aansluiten van een lamp wordt nog een derde draad gebruikt: de .... Deze draad loopt van de .... naar de lamp.

2 De draden in een huisinstallatie hebben verschillende kleuren.
Welke soort draad:

a heeft blauwe isolatie? de ....

b heeft bruine isolatie? de ....

c heeft zwarte isolatie? de ....

3 **a** Wat wordt bedoeld met kortsluiting?

....

....

....

....

b Wat wordt bedoeld met overbelasting?

....

....

....

....

4 Kies de juiste mogelijkheid.

a Hoe groter de weerstand van het apparaat is, des te *groter* / *kleiner* is de stroomsterkte als het apparaat aanstaat.

b Het koperdraad in snoeren en elektriciteitsdraden heeft een heel *grote* / *kleine* weerstand.

c De weerstand van een elektrisch apparaat is veel *groter* / *kleiner* dan de weerstand van snoeren en elektriciteitsdraden.

TOEPASSING

5 Bij Petra thuis staan de wasmachine, de koelkast, het koffiezetapparaat en de televisie tegelijk aan.

a Hoe zijn deze apparaten geschakeld? *in serie* / *parallel*

b Hoe kan Petra laten zien dat dat zo is?

....

....

6 Amy is huiswerk aan het maken. Als het donker begint te worden, drukt ze op de schakelaar van haar bureaulamp. Tot haar ergernis gaat de lamp niet aan. Ze wil nagaan wat de oorzaak is.

a Eerst kijkt ze naar buiten. Overal in de straat branden lampen in de huizen.
Wat is dus in elk geval niet de oorzaak?

....

....

b Amy kijkt op haar telefoon die aan de lader ligt. Die is nog gewoon aan het opladen.
Welke twee oorzaken kan ze dus ook uitsluiten?

....

....

....

c Wat moet dus de oorzaak zijn?

....

....

d Hoe kan Amy testen of dit echt de oorzaak is?

....

....

7 In figuur 6 is een spanningzoeker getekend. Met dit apparaatje kun je testen of er spanning op een draad staat. Als dat zo is, gaat het neonlampje branden. Er loopt dan een kleine, ongevaarlijke stroom door je lichaam.

a Teken hoe de stroom door de spanningzoeker en je lichaam loopt.

b De spanningzoeker is gedeeltelijk van een isolerend (niet-geleidend) materiaal gemaakt.
Kleur de delen die de stroom niet geleiden, blauw.

c Moet een spanningzoeker een grote of juist een kleine weerstand hebben? Licht je antwoord toe.

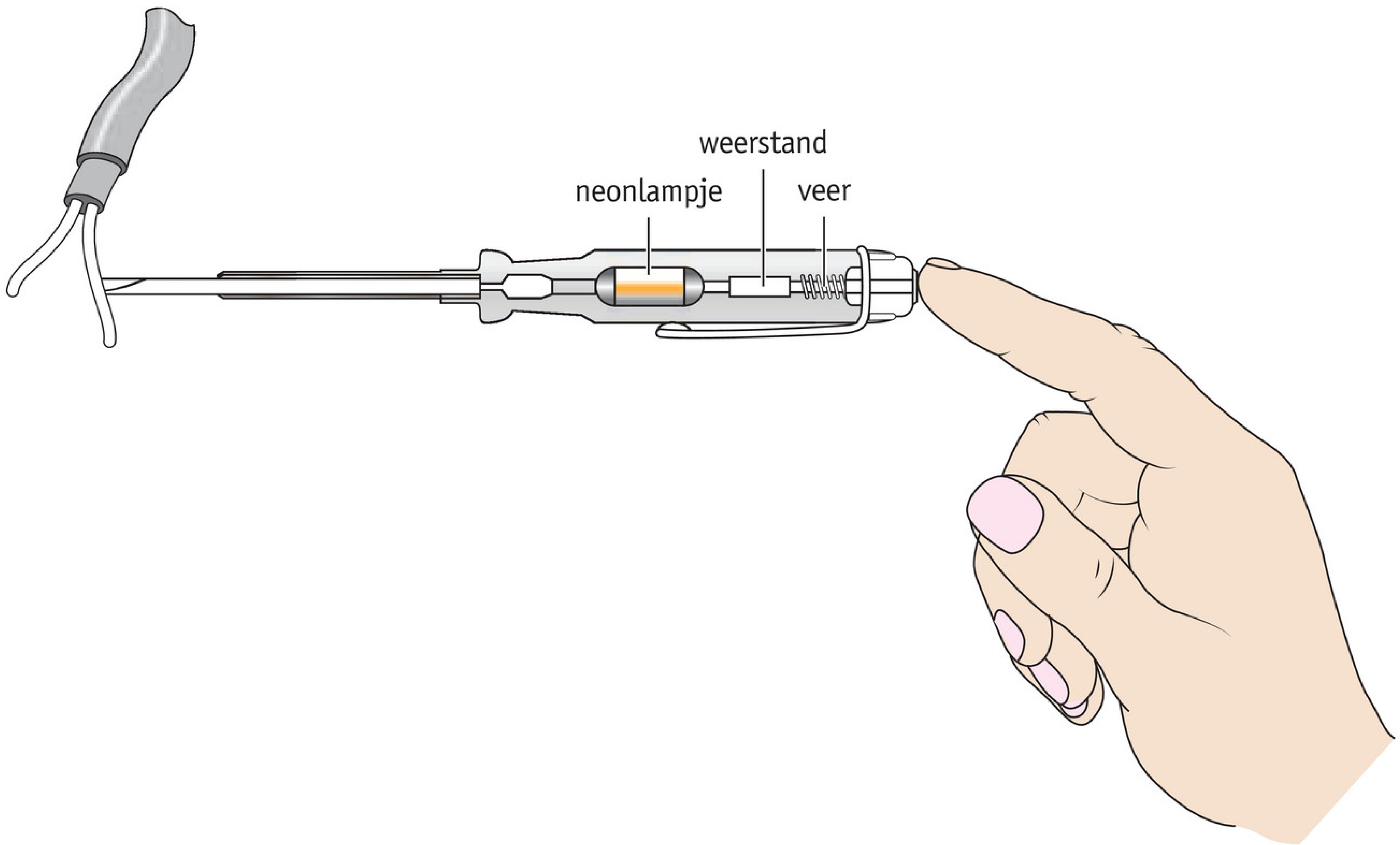
....

....

....

....

....



figuur 6 Een draad testen met een spanningzoeker.

8

Herman wil een ouderwetse lamp die in de huiskamer aan het plafond hangt vervangen door een moderne. Daarvoor moet hij de draden van de lamp losmaken van de installatiedraden in het lichtpunt.

a Welke kleur hebben de installatiedraden in het lichtpunt?

....

b Op welke draad staat normaal gesproken spanning als de lamp uit is?

....

c Op welke draad staat normaal gesproken spanning als de lamp aan is?

....

d Leg uit of er spanning op die draad staat als de lamp tijdens het branden plotseling kapotgaat.

....

....

....

e Welke veiligheidsmaatregelen moet Herman treffen voordat hij aan het werk gaat?

....

....

....

9 Salifa gebruikt een kroonsteentje (figuur 7) om een nieuwe hanglamp aan te sluiten op het lichtpunt in het plafond. Ze moet de vier draden één voor één aansluiten. Eerst haalt ze een stukje isolatie van elke draad af. Daarna steekt ze het uiteinde van de draad in het kroonsteentje en schroeft de draad vast.
Leg uit wat er fout kan gaan:

a als je te veel draadisolatie weghaalt (tekening b);

....

....

....

....

b als je te weinig draadisolatie weghaalt (tekening c).

....

....

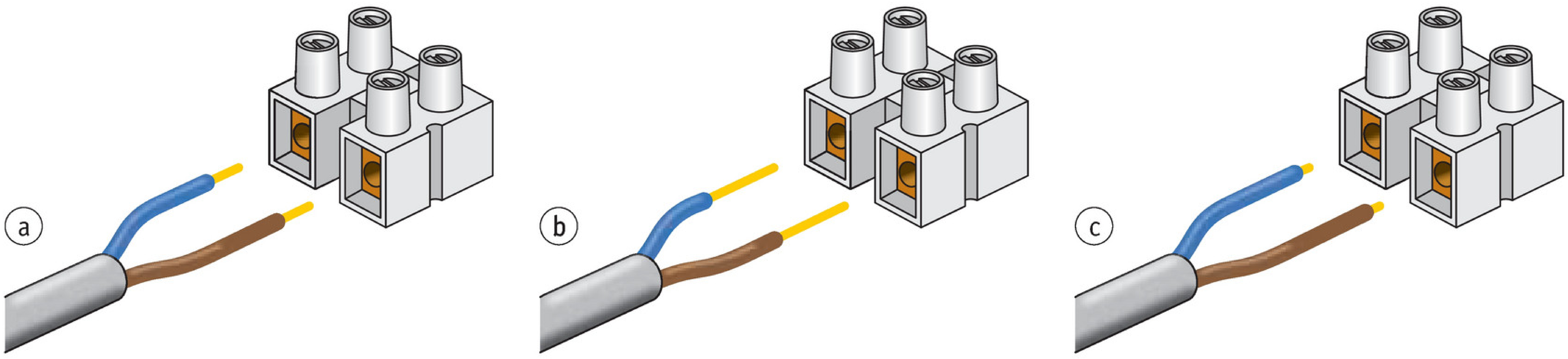
....

....

....

....

figuur 7 Aansluiten met een kroonsteentje.



Werken als installateur — beroep



Martin (32) is eigenaar van een installatiebedrijf. Na het halen van zijn diploma vmbo-gt is hij naar het mbo gegaan. Daar heeft hij een opleiding gedaan tot Technicus Service en Onderhoud Werktuigkundige Installaties. Daarna heeft hij bij verschillende bedrijven gewerkt, het laatst als projectleider bij een groot installatiebedrijf. Vorig jaar is hij voor zichzelf begonnen, in een oud bedrijfspand. Op dit moment werken er behalve hijzelf drie mensen in het bedrijf. De zaken gaan goed. Binnenkort verhuist Martins bedrijf naar een nieuw gebouw, met twee keer zoveel ruimte.

10 Lees de tekst ‘Werken als installateur’. Martin heeft een installatiebedrijf. Tina, een van zijn klanten, wil een bijkeuken bij haar huis laten aanbouwen. Daar wil ze een wasmachine, een wasdroger en een diepvriezer plaatsen. Martin zegt tegen haar dat hij de huisinstallatie hiervoor moet uitbreiden.

a Leg uit wat er fout gaat als de bijkeuken wordt aangesloten op de bestaande huisinstallatie.

....

....

....

....

....

b Wat voor advies zal Martin aan Tina geven over de huisinstallatie?

....

....

....

....

....

EXTRA WISSELSPANNING

11 Beantwoord de volgende vragen.

a Wat wordt bedoeld met gelijkspanning?

....

b Teken het het symbool voor gelijkspanning.

c Met welke Engelse afkorting wordt gelijkspanning vaak aangeduid?

....

d Wat wordt bedoeld met wisselspanning?

....

....

e Teken het symbool voor wisselspanning.

f Met welke Engelse afkorting wordt wisselspanning vaak aangeduid?

....

12 In figuur 8 zie je een deel van het typeplaatje van een adapter. Zo'n adapter zet de netspanning om in een veel lagere spanning voor een apparaat.

a Noteer drie apparaten die je via een adapter op het lichtnet aansluit.

....

....

....

b Op wat voor spanning moet je de adapter in figuur 8 aansluiten? Waaraan zie je dat?

....

....

....

c Leg uit of je deze adapter ook in Nederland kunt gebruiken.

....

....

....

d Wat voor spanning levert de adapter aan het apparaat? Waaraan zie je dat?

....

....

....

ZETA ELECTRONICS INC.
POWER ADAPTER
HP P C7690-84201
INPUT: 220-240 V AC 50-60 Hz
OUTPUT: 9 V DC
TOTAL OUTPUT POWER: 15 W

MADE IN CHINA 201307

figuur 8 Het typeplaatje van een adapter

Test je kennis met de *Test jezelf*.

3 Vermogen en energie

LEERDOELEN

1.3.1 Je kunt uitleggen wat wordt bedoeld met het vermogen van een apparaat.
1.3.2 Je kunt berekeningen uitvoeren met spanning, stroomsterkte en vermogen.
1.3.3 Je kunt uitleggen hoe het verbruik van elektrische energie in huis wordt gemeten.
1.3.4 Je kunt het energieverbruik van elektrische apparaten berekenen in kWh.
1.3.5 Je kunt berekenen hoeveel je voor de verbruikte elektrische energie moet betalen.
EXTRA 1.3.6 Je kunt uitleggen waarom je een energiemeter nodig hebt om het werkelijke energieverbruik van een apparaat te bepalen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	1.3.1	1.3.2	1.3.3	1.3.4	1.3.5	1.3.6
Onthouden		2, 3ab	1b, 7e, 9b	1ac, 2		12, 13ace
Begrijpen	4d, 6b	6a, 7e		6c, 9a		13bf, 14a
Toepassen	7d, 8ab	4abc, 5, 7abc, 10b		9b, 10c, 11b	7d, 9c, 11d, 11a	14bc
Analyseren	8c, 10a					

Er zijn allerlei activiteiten waarvoor je elektrische energie nodig hebt: gamen, informatie op internet zoeken, theezetten, muziek luisteren, je haar föhnen, appen, de was doen. Hoeveel elektrische energie verbruik jij eigenlijk?

HET VERMOGEN VAN EEN APPARAAT

Op elk elektrisch apparaat staat aangegeven hoeveel elektrische energie het per seconde verbruikt (figuur 1). Dit noem je het **vermogen** van het apparaat. De bijbehorende eenheid is de watt (W). Apparaten met een klein vermogen verbruiken per seconde weinig elektrische energie. Apparaten met een groot vermogen verbruiken per seconde veel elektrische energie.



figuur 1 Hoe groot is het vermogen van deze ledlamp?

In tabel 1 staat het vermogen van enkele veelgebruikte apparaten. Het gaat om doorsnee modellen die overal te koop zijn. Het vermogen staat meestal vermeld op het typeplaatje (figuur 2).

tabel 1 Het vermogen van enkele elektrische apparaten.

apparaat	vermogen
elektrische wekker	2 W
bureaulamp met ledlamp	3 W
mixer	350 W
klopboor	700 W
magnetron	1000 W
koffiemachine	1500 W
föhn	2000 W



figuur 2 Het typeplaatje van een broodrooster.

HET VERMOGEN VAN EEN APPARAAT BEREKENEN

PROEF 5

Het vermogen van een apparaat hangt af van:
- de spanning waarop het apparaat werkt;
- de stroomsterkte die door het apparaat loopt.

Je kunt het vermogen berekenen met de formule:

vermogen = spanning × stroomsterkte

Of in symbolen:

$$P = U \cdot I$$

In deze formule is:
- P het vermogen van het apparaat in watt (W);
- U de spanning over het apparaat in volt (V);
- I de stroomsterkte door het apparaat in ampère (A).

VOORBEELDOPDRACHT 1

Op het lampje van een zaklamp staat: 2,2 V en 50 mA.
Hoe groot is het vermogen van dit lampje als het op de juiste spanning wordt aangesloten?

gegevens $U = 2{,}2$ V
$I = 50$ mA $= 0{,}050$ A

gevraagd $P = ?$

uitwerking $P = U \cdot I = 2{,}2 \times 0{,}050 = 0{,}11$ W

HET ENERGIEVERBRUIK METEN

Elektrische energie is niet gratis. Je moet ervoor betalen. Daarom is in elk huis een meter geplaatst (figuur 3). Deze meter houdt bij hoeveel elektrische energie alle elektrische apparaten samen verbruiken. Die hoeveelheid elektrische energie wordt gemeten in de eenheid kilowattuur (kWh). Daarom noem je zo'n meter een **kilowattuurmeter** (kWh-meter).

figuur 3 Een kWh-meter meet het verbruik van elektrische energie.



a een oud model kWh-meter



b een digitale kWh-meter

De prijs van 1 kWh elektrische energie is ongeveer € 0,23. Als je de meterstand aan het begin en aan het eind van het jaar noteert, kun je dus uitrekenen hoeveel geld je kwijt bent aan elektrische energie. In 2019 lag het gemiddelde jaarverbruik van een gezin van vier personen op 4200 kWh.

Steeds meer mensen hebben een 'slimme meter' in huis. Dat is een digitale meter waarmee het energiebedrijf de meterstanden op afstand kan aflezen. De slimme meter kun je koppelen aan een pc of een display, waarop je direct het verbruik kunt aflezen. Dat is nuttige informatie als je wilt besparen op je energieverbruik.

HET ENERGIEVERBRUIK BEREKENEN

Je kunt (behalve meten) ook uitrekenen hoeveel elektrische energie een apparaat heeft verbruikt. Daarvoor moet je twee dingen weten: het vermogen van het apparaat en de tijd die het heeft aangestaan. Je kunt het **energieverbruik** dan berekenen met de formule:

energieverbruik = vermogen × tijd

Of in symbolen:

$$E = P \cdot t$$

In deze formule is:

- E de hoeveelheid verbruikte elektrische energie in kilowattuur (kWh);
- P het vermogen van het apparaat in kilowatt (kW);
- t de tijd dat het apparaat heeft gewerkt in uur (h).

Als er verschillende apparaten gedurende dezelfde tijd aanstaan, mag je de vermogens van de apparaten bij elkaar optellen. Daarna kun je in één keer berekenen hoeveel elektrische energie ze samen hebben verbruikt.

VOORBEELDOPDRACHT 2

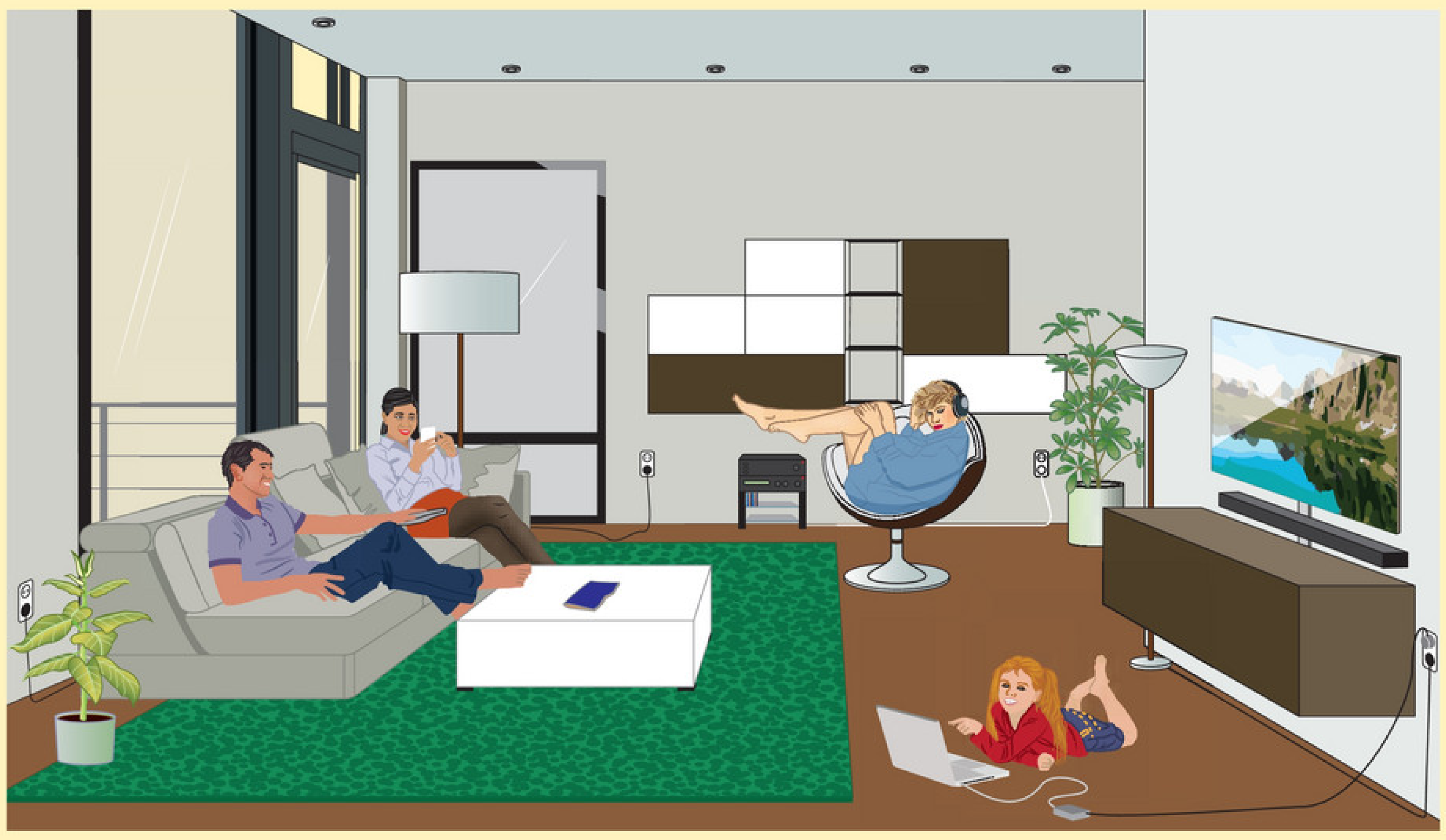
Op een avond branden van 19.00 tot 22.00 uur twee lampen van 5 W. Bovendien staan een tv van 140 W en een computer van 250 W aan (figuur 4).
Bereken het energieverbruik van al deze apparaten samen.
Bereken ook hoeveel je moet betalen voor de verbruikte elektrische energie als 1 kWh € 0,23 kost.

gegevens $P = 10 \text{ W} + 140 \text{ W} + 250 \text{ W} = 400 \text{ W} = 0{,}4 \text{ kW}$
$t = 3 \text{ h}$

gevraagd $E = ?$

uitwerking $E = P \cdot t = 0{,}4 \times 3 = 1{,}2 \text{ kWh}$

kosten: 1,2 × € 0,23 = € 0,28



figuur 4 Elektrische energie is onmisbaar.

EXTRA DE ENERGIEMETER

Veel apparaten hebben een vermogen dat kan veranderen. Denk bijvoorbeeld aan een wasmachine. Tijdens het wassen worden de waterpomp, de verwarmingselementen en de elektromotor om de beurt aan- en uitgezet. Het vermogen van de wasmachine verandert daardoor steeds: de ene keer wordt het groter, de andere keer kleiner.

Op het typeplaatje van een wasmachine staat alleen het maximaal vermogen vermeld. Dat is het grootste vermogen dat kan voorkomen. Als je het energieverbruik uitrekent met dit vermogen, is de uitkomst veel te hoog. Om het echte energieverbruik te vinden, moet je rekening houden met alle verschillende vermogens.



figuur 5 Zo kun je het energieverbruik van een wasmachine meten.

Gelukkig is er een handige energiemeter in de handel die het energieverbruik automatisch berekent. Je steekt de meter in een stopcontact. Het apparaat waarvan je het energieverbruik wilt weten sluit je erop aan. In figuur 5 is dat een wasmachine. Op het display verschijnen dan de spanning, de stroomsterkte, het vermogen, het totale elektrische energieverbruik, de kosten en de tijd waarover deze gegevens zijn berekend.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Vul in.

a Door welke twee dingen wordt het vermogen van een elektrisch apparaat bepaald?

....

....

b Hoeveel elektrische energie je thuis verbruikt, meet je in .... ,

afgekort als ....

c Je kunt het energieverbruik berekenen door het .... (in ....) te vermenigvuldigen met de .... (in ....).

2 In tabel 2 zie je een overzicht van alle grootheden en eenheden die in dit hoofdstuk worden gebruikt.
Noteer de ontbrekende woorden en symbolen in de tabel.

tabel 2 Grootheden en eenheden.

grootheid	letter	eenheid	letter
spanning	*U*		
		ampère	A
	P		
elektrische energie	*E*		

3 Zie de vaardigheid *Werken met formules*.
Je kunt de formule $P = U \cdot I$ ook gebruiken om de spanning of de stroomsterkte te berekenen. Het is handig om de formule dan op een andere manier op te schrijven.

a Als je de spanning wilt berekenen, schrijf je de formule als:

....

b Als je de stroomsterkte wilt berekenen, schrijf je de formule als:

....

TOEPASSING

4 Bekijk de drie lampjes in figuur 6. Bij elk lampje staat vermeld op welke spanning je het moet aansluiten en hoe groot de stroomsterkte dan wordt.

a Bereken het vermogen van het bovenste lampje.

b Bereken het vermogen van het middelste lampje.

c Bereken het vermogen van het onderste lampje.

d Welk lampje geeft het meeste licht als het op de juiste spanning brandt?



figuur 6 Drie lampjes.

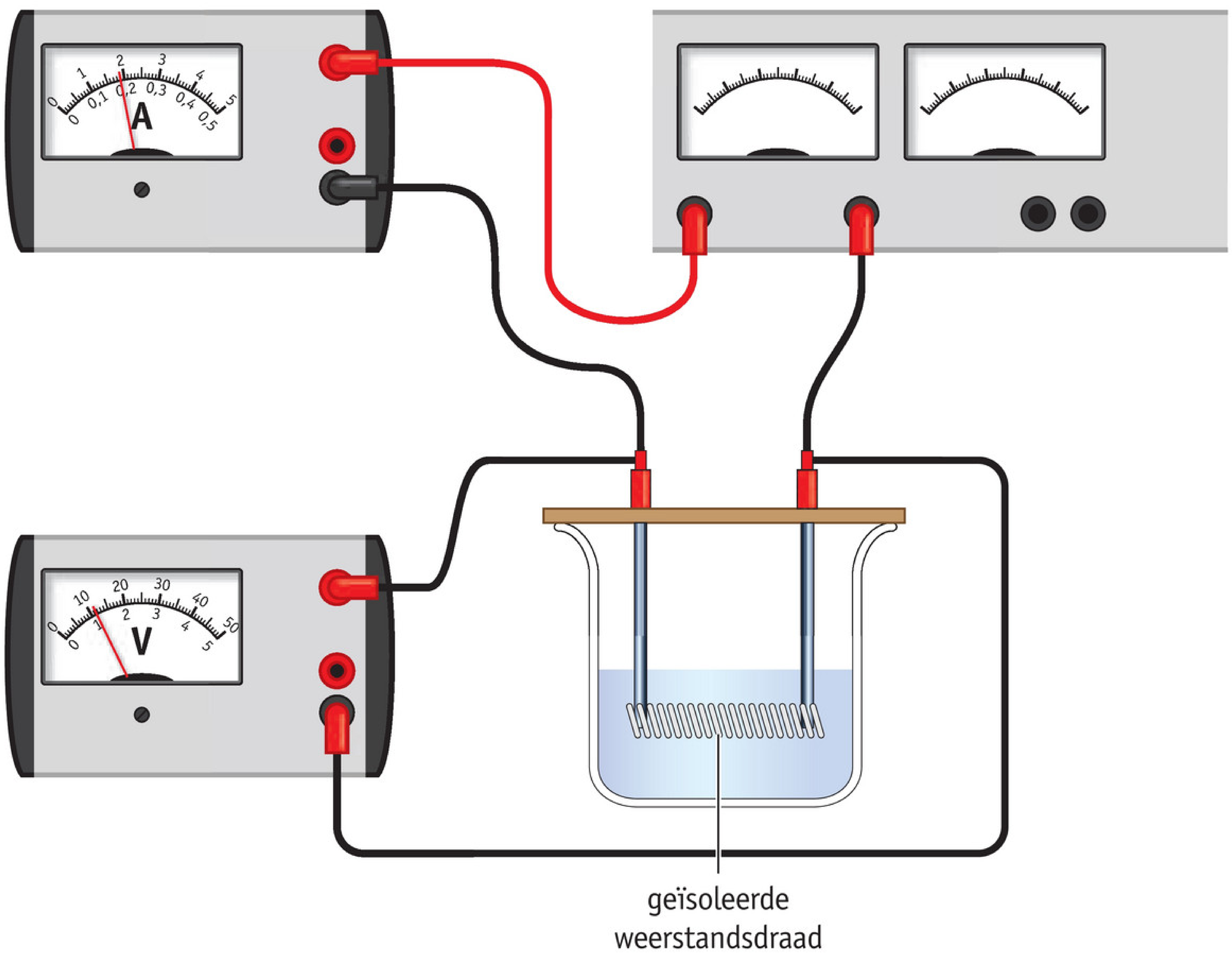
5 Hakim doet een proef met een verwarmingselement, een stuk weerstandsdraad dat met plastic is geïsoleerd. Met zo'n element kun je het water in een bekerglas verwarmen.
In figuur 7 zie je Hakims proefopstelling. De spanningsmeter geeft 11,5 V aan, de stroommeter 1,9 A.
Bereken het vermogen van het verwarmingselement.

....

....

....

....



figuur 7 Hakims proefopstelling.

6 Hakim doet dezelfde proef nog een keer, maar nu met een ander verwarmingselement. Hij regelt de spanning weer precies op 11,5 V. De stroommeter wijst nu 1,0 A aan.

- **a** Bij welke proef wordt het grootste vermogen geleverd? bij de *eerste* / *tweede* proef
- **b** Bij welke proef is de stroomsterkte het grootst? bij de *eerste* / *tweede* proef
- **c** Bij welke proef duurt het verwarmen het langst? bij de *eerste* / *tweede* proef

★ 7 Op groep 3 van een huisinstallatie (230 V) zijn de volgende apparaten aangesloten:

- een strijkijzer van 1200 watt;
- een wasmachine van 2200 watt;
- een tv van 500 watt.

a Bereken de stroomsterkte door het strijkijzer.

....

....

....

....

b Bereken de stroomsterkte door de wasmachine.

....

....

....

....

c Bereken de stroomsterkte door de tv.

....

....

....

....

d Bereken de totale stroomsterkte in groep 3 als alle drie apparaten aanstaan.

....

....

....

....

....

e Leg uit of groep 3 overbelast wordt als alle drie apparaten tegelijk aanstaan.

....

....

....

....

....

....

8 In het woonhuis van een gemiddeld gezin staan altijd wel elektrische apparaten aan. Het vermogen van al deze apparaten samen noem je het 'totale aangesloten vermogen'. In de grafiek van figuur 8 zie je hoe dit vermogen in de loop van de dag verandert.

a Op welk tijdstip wordt 's winters het grootste vermogen afgenomen? Hoe groot is dat vermogen?

....

....

b Op welk tijdstip wordt 's zomers het grootste vermogen afgenomen? Hoe groot is dat vermogen?

....

....

c Waarom zou er op een zomeravond minder vermogen nodig zijn dan op een winteravond?

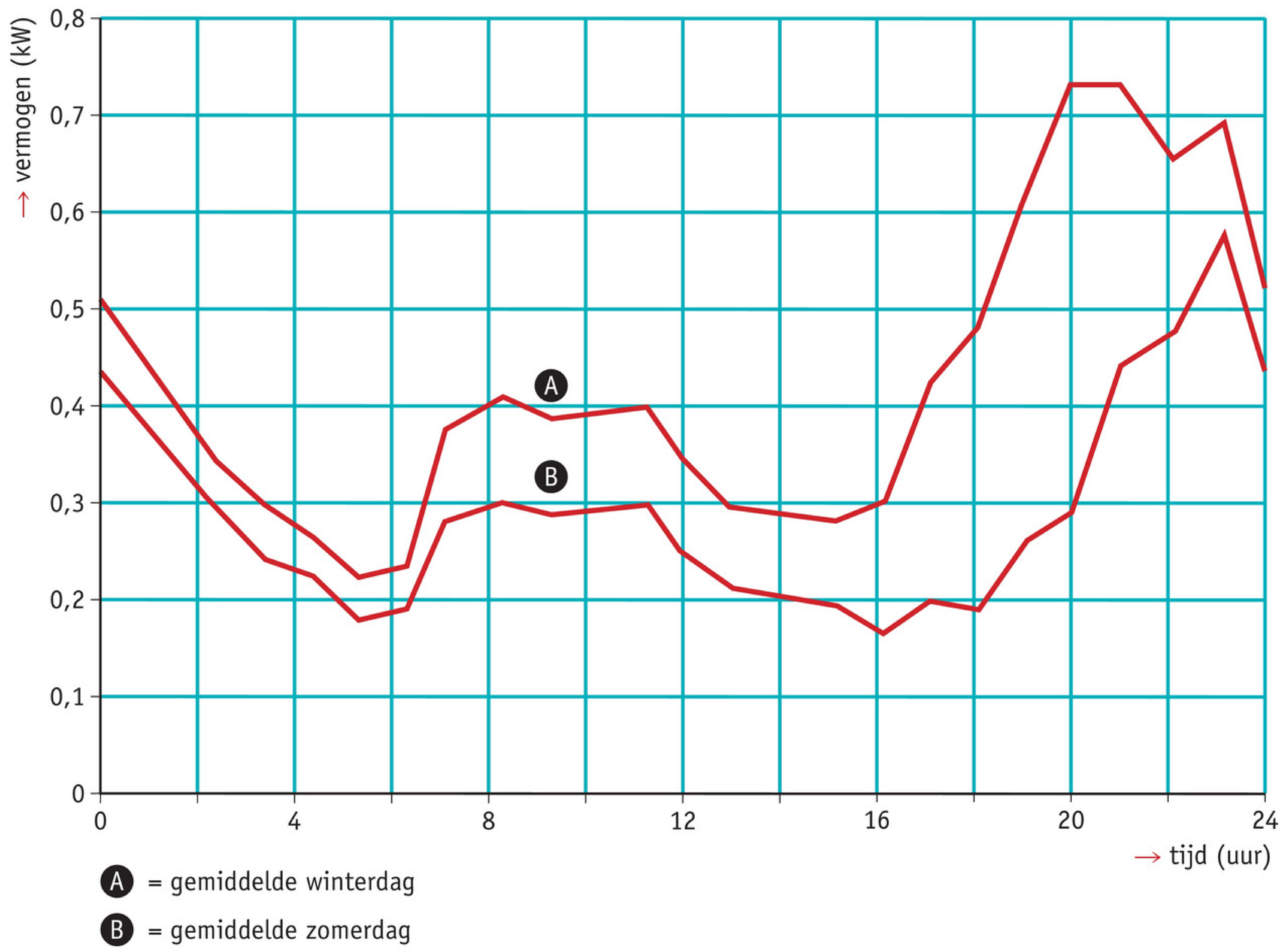
....

....

....

....

....



figuur 8 Het aangesloten vermogen gaat flink op en neer.

Ga er bij de volgende opdrachten van uit dat je voor 1 kWh € 0,23 moet betalen.

9 Zaïra's tv (400 W) staat aan van half 8 tot 9 uur.

a Vul in.

P = ... W = ... kW

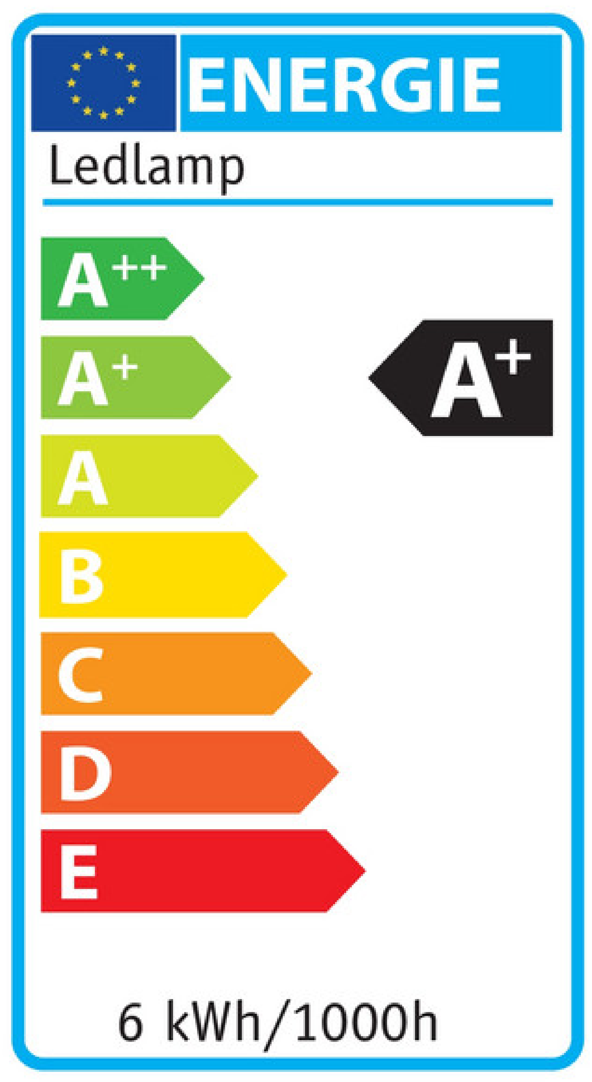
t = ... h

b Bereken hoeveel elektrische energie de tv in die tijd heeft verbruikt.

c Bereken hoeveel die elektrische energie kost.

★ 10 Mia koopt een nieuwe lamp voor in de huiskamer. In figuur 9 zie je het energielabel op de verpakking.

a Zouden er ook lampen te koop zijn die evenveel licht geven, maar nog zuiniger zijn? Leg uit waarom wel of waarom niet.



figuur 9 Het energielabel op de verpakking van een ledlamp.

b Bereken het vermogen van de lamp met de gegevens op de verpakking.

c Mia schat dat de lamp gemiddeld 20 uur per week aan zal staan.
Bereken hoe groot het energieverbruik van de lamp per jaar zal zijn.

....

....

....

....

....

....

....

....

d De ledlamp die Mia heeft gekocht, vervangt een gloeilamp van 60 W.
Bereken hoeveel euro Mia per jaar zal besparen op haar energiekosten.

....

....

....

....

....

....

....

★ 11 De Consumentenbond heeft een aantal computers laten testen. In de uitslag van deze test staat dat een computer gemiddeld 110 kWh (€ 25,30) per jaar verbruikt. Daarbij gaat de Consumentenbond ervan uit dat het apparaat 600 uur per jaar aanstaat.

a Van welke kWh-prijs gaat de Consumentenbond uit?

....

....

....

b Bereken hoe groot het vermogen van de 'gemiddelde computer' is.

....

....

....

....

EXTRA DE ENERGIEMETER

12 Op het display van een energiemeter staat informatie over zes grootheden. Noteer in tabel 3 in welke eenheid elke grootheid wordt gemeten.

tabel 3 De grootheden en eenheden op een energiemeter.

grootheid	eenheid
spanning	
stroomsterkte	
vermogen	
tijd	
elektriciteitsverbruik	
kosten	

★ 13 In figuur 10 kun je lezen hoe het vermogen van een wasmachine tijdens een wasbeurt verandert.

a Welke onderdelen staan aan in fase 2?

....

b Hoe groot is het totale vermogen tijdens fase 2?

....

c Welke onderdelen staan aan in fase 3?

....

d Hoe groot is het totale vermogen tijdens fase 3?

....

e Welk onderdeel staat aan in fase 4?

....

f Hoe groot is het totale vermogen tijdens fase 4?

....

Tijdens een wasbeurt is het vermogen van een wasmachine niet steeds even groot. Dat komt doordat een wasmachine niet steeds hetzelfde doet. Bij de ene activiteit is het vermogen veel groter dan bij de andere. Dat zie je ook in het volgende overzicht.

onderdeel	activiteit	vermogen
verwarmingselement	verwarmen	2000 W
motor (snel draaiend)	centrifugeren	600 W
motor (langzaam draaiend)	wassen/spoelen	200 W
pomp	pompen	100 W



Een wasbeurt van 46 minuten is in vier fasen ingedeeld:

- Fase 1 (0-1 min)
  De wasmachine wordt met water gevuld.
  Dit kost geen elektrische energie.
- Fase 2 (1-31 min)
  Het water en de was worden verwarmd tot 60 graden Celsius. Ondertussen wordt de hele tijd gewassen.
- Fase 3 (31-40 min)
  De was wordt gespoeld. Daarbij staat de pomp steeds aan.
- Fase 4 (40-46 min)
  De was wordt gecentrifugeerd. De motor van de wasmachine draait nu veel sneller dan tijdens het wassen en spoelen.

figuur 10 Het vermogen van een wasmachine.

★ 14

In tabel 4 zijn de gegevens van fase 1 en 2 (zie figuur 10) al ingevuld.

a Vul zelf de gegevens in voor fase 3 en fase 4.

b Bereken het totale energieverbruik tijdens de wasbeurt. Noteer het totaal rechtsonder in de tabel.

c Bereken hoeveel je voor de verbruikte elektrische energie moet betalen.

....

....

tabel 4 Het energieverbruik van een wasmachine.

periode	tijd (min)	tijd (h)	totaal vermogen (kW)	energieverbruik (kWh)
1	1	0,0167	0	0
2	30	0,50	2,20	1,10
3				
4				
totaal				

Test je kennis met de *Test jezelf.*

4 Elektriciteit en veiligheid

LEERDOELEN

1.4.1 Je kunt beschrijven welke twee gevaren het gebruik van elektriciteit met zich meebrengt.
1.4.2 Je kunt uitleggen waarom je in vochtige ruimtes extra voorzichtig moet zijn met elektriciteit.
1.4.3 Je kunt uitleggen wat wordt bedoeld met enkele isolatie en met dubbele isolatie.
1.4.4 Je kunt zekeringen, aardlekschakelaars en randaarde in afbeeldingen herkennen.
1.4.5 Je kunt de functie van zekeringen, aardlekschakelaars en randaarde beschrijven.
EXTRA 1.4.6 Je kunt uitleggen hoe de elektrische onderdelen in een auto zijn beveiligd.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	1.4.1	1.4.2	1.4.3	1.4.4	1.4.5	1.4.6
Onthouden	1ab	1cde, 4			2ab, 4, 9a	11abcd
Begrijpen	6b	5, 6a	2b, 8a		2c, 3, 7ab	12b, 13ac
Toepassen			8b			13b
Analyseren						12c

In keukens en badkamers gelden strenge veiligheidseisen voor stopcontacten en lichtpunten. Ook moeten de apparaten in deze ruimtes extra veiligheidsvoorzieningen hebben. Waarom is dat?

GEVAREN VAN ELEKTRICITEIT

Kortsluiting en overbelasting kunnen tot gevaarlijke situaties leiden. Als draden te veel stroom moeten verwerken, worden ze erg heet. Daardoor kan brand ontstaan.

Elektriciteit heeft nog een ander gevaar. Als je een voorwerp aanraakt waar spanning op staat, krijg je een schok (figuur 1). Er loopt dan stroom door je lichaam. Daardoor gaan je spieren samentrekken. Hoe sterker de stroom is, des te ernstiger zijn de gevolgen. In tabel 1 staan de effecten van stroom op je lichaam.



figuur 1 Van een schrikdraad krijg je een korte en daardoor ongevaarlijke schok.

tabel 1 Het effect van stroom op je lichaam.

stroomsterkte	verschijnsel
1 mA	net te voelen
10 mA	prikkelende ervaring
15 mA	spiersamentrekking
15-100 mA	pijn, bewusteloosheid, moeite met ademhalen
100-500 mA	hartproblemen
meer dan 1 A	brandwonden, levensgevaar

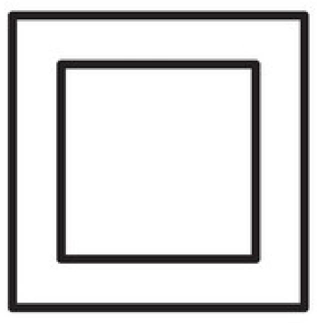
Hoeveel stroom je lichaam te verwerken krijgt, hangt af van de weerstand die de stroom ondervindt. Je lichaam zelf geleidt de stroom vrij goed; je lichaamsweerstand is niet zo groot. De stroom ondervindt de meeste weerstand op de plaatsen waar hij het lichaam in- en uitgaat. Dit noem je de contactweerstand.

Als je huid droog is, is de contactweerstand behoorlijk groot. Maar als je huid vochtig is, is de contactweerstand veel kleiner. In vochtige ruimtes moet je daarom extra voorzichtig zijn met elektriciteit.

ENKELE EN DUBBELE ISOLATIE

Draden waar stroom doorheen loopt, worden goed geïsoleerd. Dat voorkomt dat je een schok krijgt als je een van die draden beetpakt. De isolatie is ook nodig om kortsluiting te voorkomen.

Sommige elektrische apparaten worden zelfs dubbel geïsoleerd. De onderdelen waar de stroom doorheen loopt, krijgen een isolatielaag. Bovendien wordt de buitenkant van het apparaat van een niet-geleidende kunststof gemaakt. Die **dubbele isolatie** geeft extra veiligheid (figuur 2).



figuur 2 Het symbool voor dubbele isolatie.

ZEKERINGEN

De totale stroomsterkte in een groep mag niet groter worden dan 16 A. Daarom heeft elke groep een eigen **zekering**. Als de stroomsterkte in de groep te groot wordt, schakelt de zekering de stroom uit. De leidingen kunnen dan niet zo heet worden dat er brandgevaar ontstaat.

In een moderne huisinstallatie worden **installatieautomaten** gebruikt. Deze zekeringen hebben een hefboompje dat 'omklapt' als de stroomsterkte te groot wordt (figuur 3). Zo zie je meteen in welke groep de storing zit. Als de storing is opgelost, kun je de stroom weer inschakelen door het hefboompje over te halen.



figuur 3 Een meterkast met installatieautomaten. In twee groepen is de stroom uitgeschakeld.

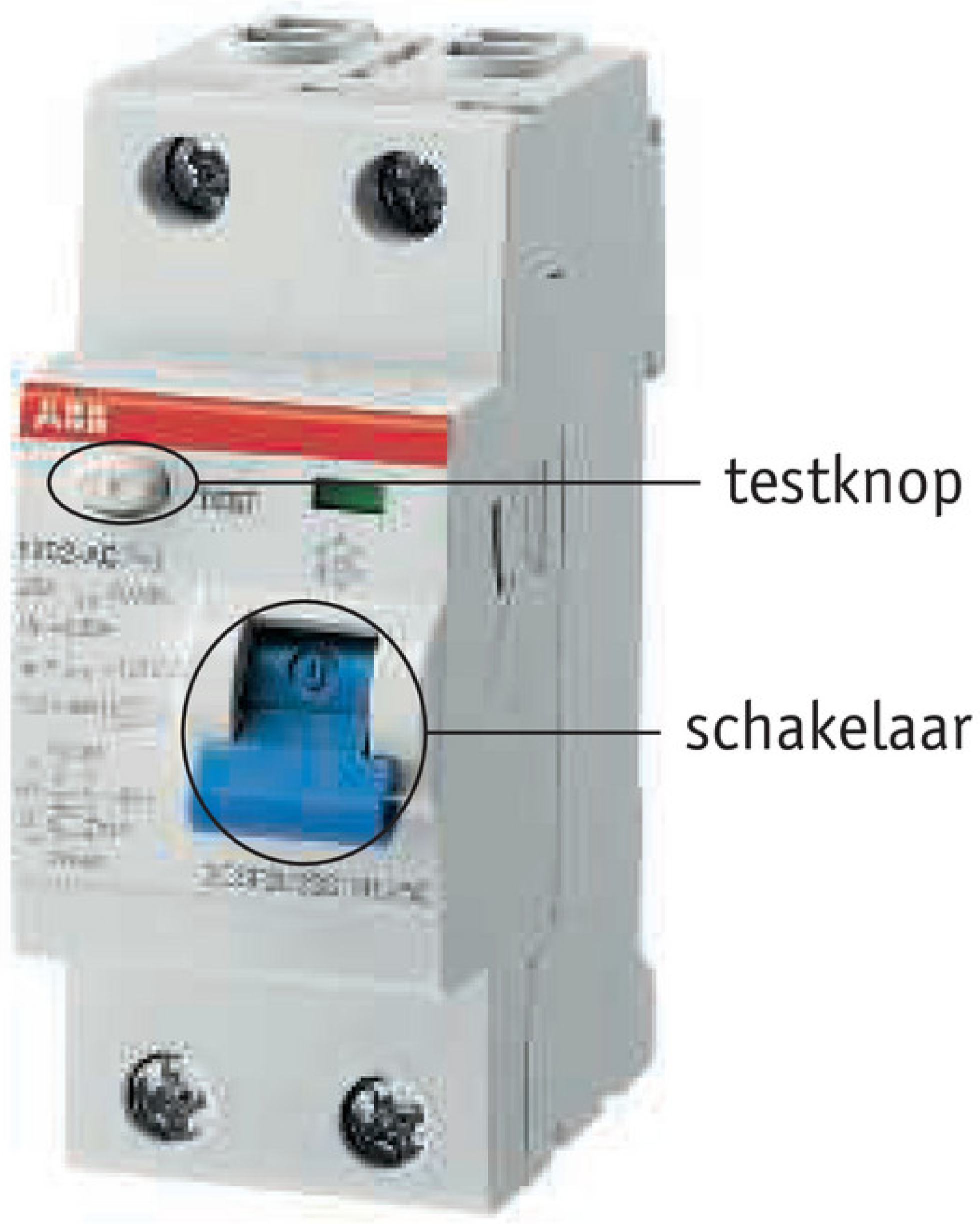
Een **smeltveiligheid** is een ouderwets soort zekering. In oudere huizen kom je ze nog tegen. In een smeltveiligheid zit een dunne draad die gemakkelijk smelt. Een smeltveiligheid kan maar één keer de stroom uitschakelen. Daarna is ze kapot en moet je de smeltveiligheid vervangen door een nieuwe.

DE AARDLEKSCHAKELAAR

In de meterkast vind je behalve zekeringen ook een of meer **aardlekschakelaars** (figuur 4). Een aardlekschakelaar vergelijkt de stroom in de fasedraad met de stroom in de nuldraad. Als beide stroomsterktes even groot zijn, laat de aardlekschakelaar de stroom gewoon door.

Soms gebeurt het dat er ergens stroom 'weglekt', bijvoorbeeld doordat de isolatie van een apparaat kapot is. In dat geval zijn de stroom in de fasedraad en de stroom in de nuldraad niet even groot. Als het verschil groter is dan 30 mA, schakelt de aardlekschakelaar de spanning uit. Je kunt dan niet meer onder spanning komen te staan als je het kapotte apparaat aanraakt.

Een lekstroom is meestal te klein om een zekering door te laten slaan. De aardlekschakelaar geeft dus een extra beveiliging, die zekeringen niet kunnen geven.



figuur 4 Met de testknop (T) kun je controleren of de aardlekschakelaar goed werkt.

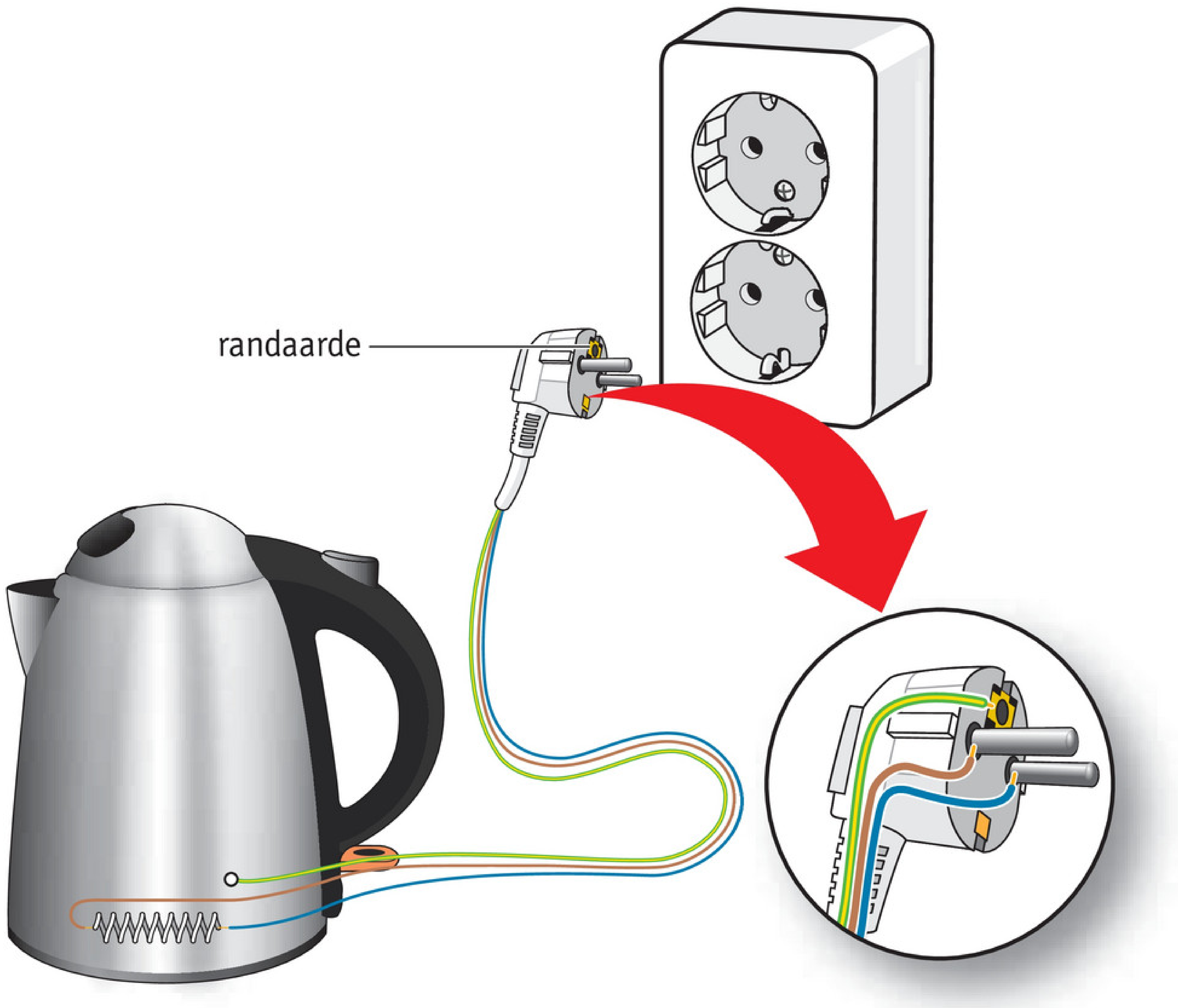
RANDAARDE

Sommige apparaten hebben een metalen buitenkant. In figuur 5 is getekend hoe die buitenkant onder spanning kan komen te staan. De isolatie van een snoer is kapotgegaan: het koperdraad maakt contact met het metaal. Als je de waterkoker aanraakt, krijg je op zijn minst een stevige schok.



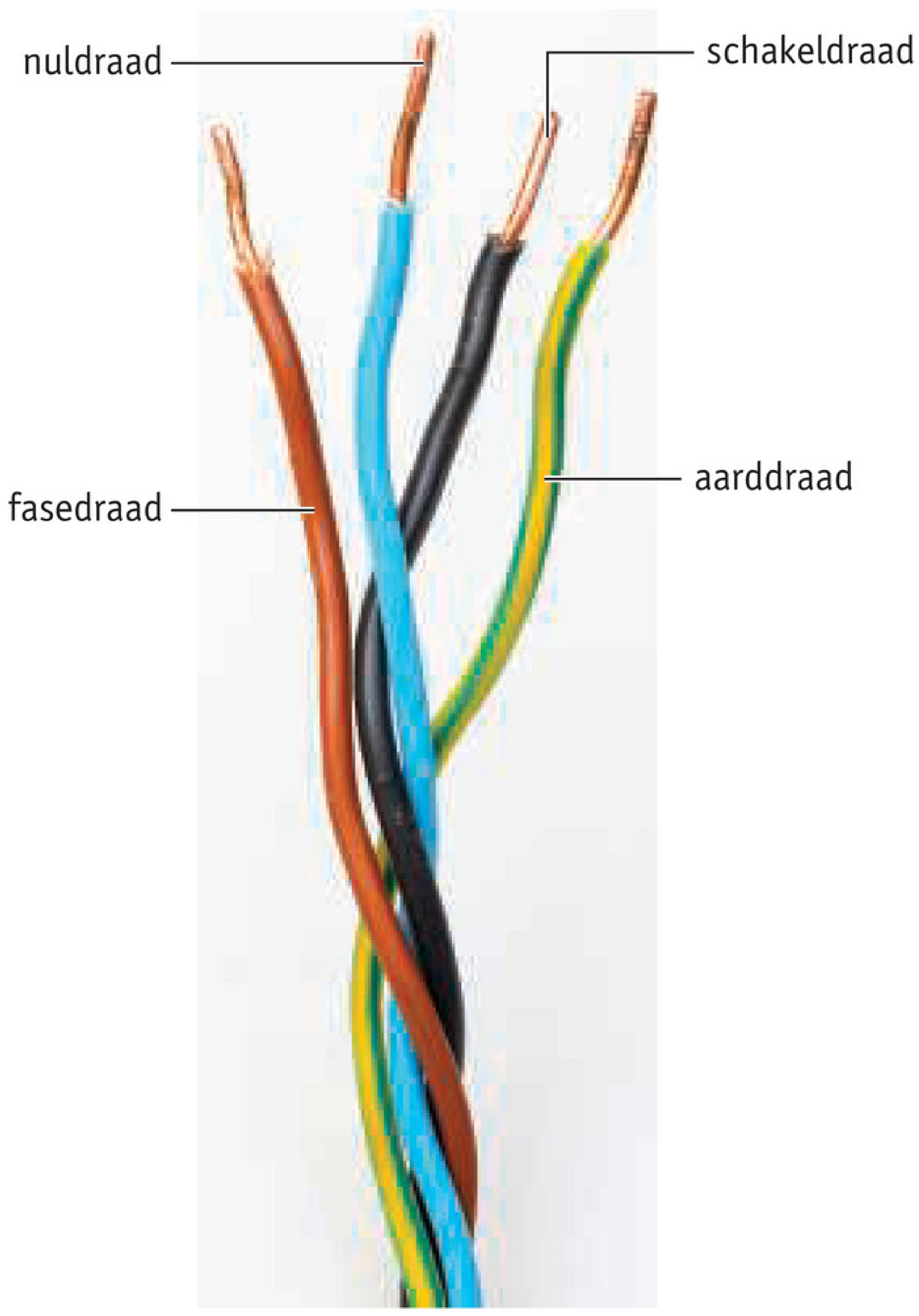
figuur 5 Als je de stekker in het stopcontact doet, krijg je een schok: gevaarlijk!

Om dit soort ongelukken te voorkomen, wordt zo’n apparaat geaard. Dat gebeurt met een **aarddraad** die vastzit aan het metalen omhulsel van het apparaat (figuur 6). Je kunt de aarddraad herkennen aan de groengele isolatie. De aarddraad loopt via het snoer naar een metalen contact aan de rand van een geaard stopcontact. Dit contact noem je de **randaarde**. Vanaf de randaarde loopt ook een aarddraad naar de aardrail in de meterkast.



figuur 6 Zo wordt een waterkoker geaard.

De aardrail is verbonden met een metalen pin die diep in de grond is geslagen. Als de metalen buitenkant onder spanning komt te staan, loopt er via de aarddraden (figuur 7) een grote lekstroom naar de aarde. De stroom wordt dan uitgeschakeld door de aardlekschakelaar of de groepszekering.



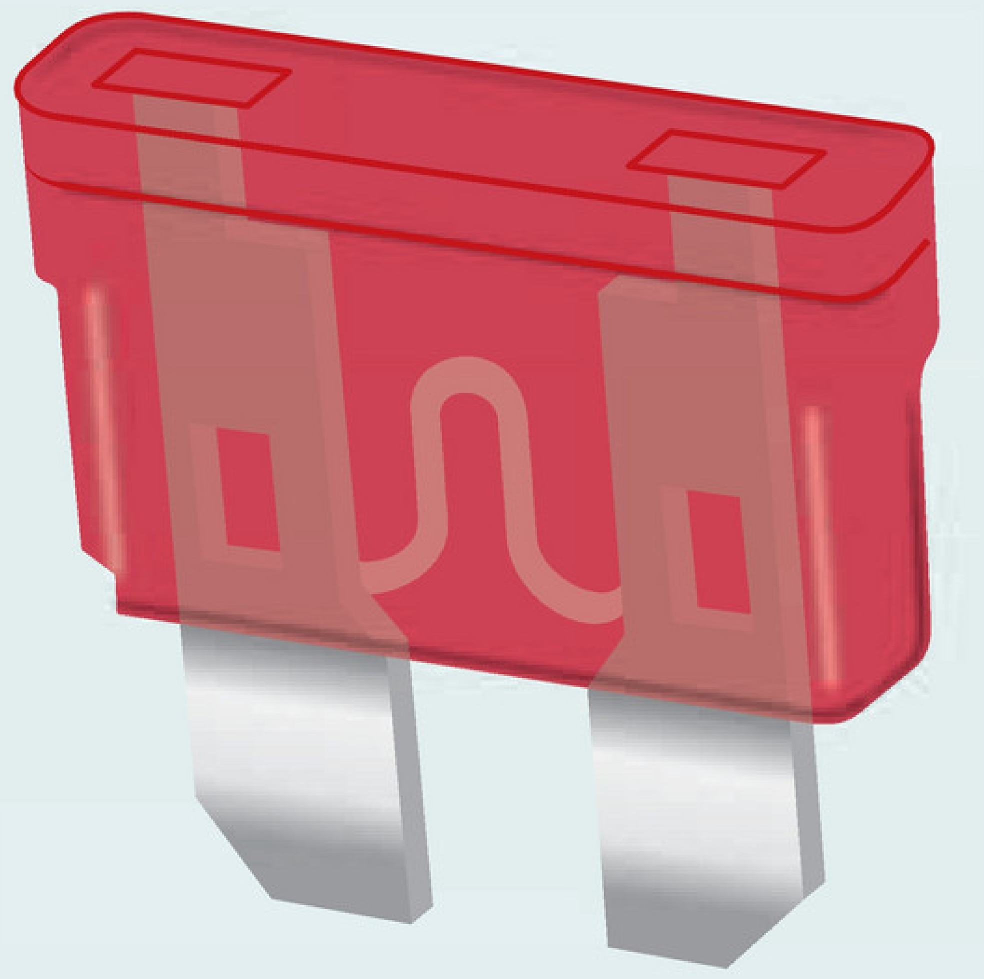
figuur 7 De vier soorten draden in een huisinstallatie.

EXTRA AUTOZEKERINGEN

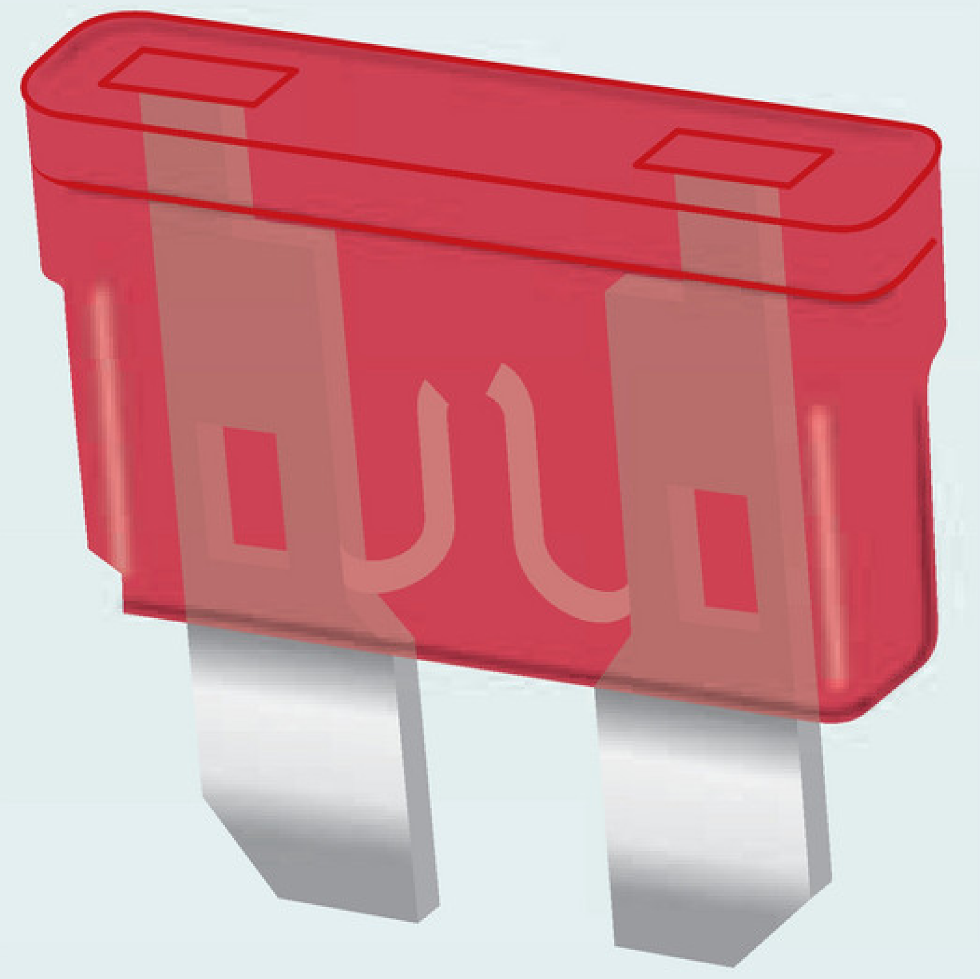
In een auto zitten tientallen onderdelen die op elektriciteit werken: de startmotor, de brandstofpomp, de ruitenwissers, de koplampen, de achterruitverwarming, de claxon, enzovoort. Voor elk elektrisch onderdeel is een aparte stroomkring gemaakt, met een eigen zekering.

In de meeste auto's worden steekzekeringen gebruikt (figuur 8). Een steekzekering smelt door als de stroomsterkte door de stroomkring te groot wordt. Zo wordt voorkomen dat de draden erg heet worden en de auto in brand vliegt.

Figuur 8 Een autozekering.



klaar voor gebruik



doorgesmolten

Door onderdelen met een klein vermogen, zoals een dimlicht, loopt niet zo veel stroom. Zo'n onderdeel wordt beveiligd met een 'lichte' zekering, van bijvoorbeeld 10 A. De achterruitverwarming heeft een veel groter vermogen. Die wordt beveiligd met een 'zware' zekering, van bijvoorbeeld 25 A. Je kunt die zekeringen niet zomaar door elkaar gebruiken. Als een zekering van 10 A kapot is, moet je er weer een nieuwe zekering van 10 A inzetten, enzovoort.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Vul in.

a Draden waar stroom doorheen loopt, worden goed geïsoleerd. Dat voorkomt:

....

....

....

b Als je een voorwerp aanraakt waar elektrische spanning op staat, krijg je een

.... Door de stroom die dan door je lichaam loopt, gaan je ....

samentrekken.

c Je lichaam geleidt de stroom vrij goed, omdat de .... niet zo groot is.

d De stroom ondervindt een grotere weerstand op plekken waar hij

....

e De contactweerstand tussen een voorwerp en je huid is behoorlijk groot, als je huid .... is. Als je huid .... is, neemt de contactweerstand sterk af.

2 Beantwoord de volgende vragen.

a In een moderne huisinstallatie klapt een zekering met een hefboompje om als de stroom wordt uitgeschakeld. Zo'n zekering heet een ....

b Het onderdeel van een huisinstallatie dat de stroom in de fasedraad vergelijkt met de stroom in de nuldraad en de spanning uitschakelt als het verschil groter is dan 30 mA, is de ....

c Apparaten met een metalen buitenkant worden geaard met een aarddraad. Waaraan kun je zo'n aarddraad herkennen?

....

d Teken het symbool waaraan je kunt zien dat een apparaat dubbel geïsoleerd is.

3 Leg uit op welke manier een zekering van 16 A de huisinstallatie beveiligt.

....

....

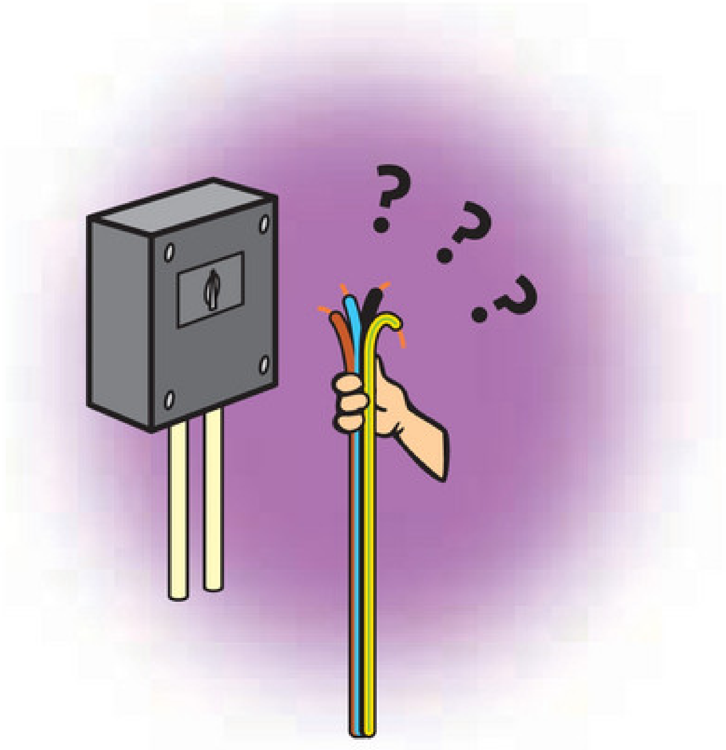
....

....

....

....

4 In elke huisinstallatie tref je vier soorten draden aan (figuur 9).
Noteer de ontbrekende gegevens in tabel 2.



figuur 9 Vier soorten draden.

tabel 2 Vier soorten installatiedraad.

soort draad	kleur
fasedraad	
	blauw
	zwart
aardedraad	

TOEPASSING

5 In een badkamer mag je geen gewone stopcontacten aanbrengen. Dat is te gevaarlijk.
Leg uit waarom je juist in de badkamer zo voorzichtig moet zijn met elektriciteit.

....

....

....

6 Als je een draad aanraakt waar 230 V op staat, krijg je een stevige schok. Van schrik kunnen je handen dan nat van het zweet worden.

a Hoe verandert de contactweerstand van je lichaam daardoor?
De contactweerstand *wordt kleiner / blijft gelijk / wordt groter*.

b Hoe verandert de stroomsterkte door je lichaam als je de draad niet meteen loslaat?
De stroomsterkte *wordt kleiner / blijft gelijk / wordt groter.*

7 Thea en Liesbeth merken allebei iets op over zekeringen.
Thea zegt: “Een zekering voorkomt brand.”
Liesbeth zegt: “Een zekering voorkomt kortsluiting.”

a Leg uit of Thea gelijk heeft.

....

....

....

b Leg uit of Liesbeth gelijk heeft.

....

....

....

8 De buitenkant van de föhn van Roy is helemaal van plastic.

a Waarom hoeft deze föhn niet geaard te zijn?

....

....

....

b Roys oma heeft een oude föhn die wel is geaard.
Waarom moest deze föhn wel worden geaard?

....

....

....

9 Lees het krantenbericht in figuur 10.

a Wat had de eigenaar volgens het OM veranderd in de meterkast?

....

....

b Volgens het OM moest de elektriciteitsinstallatie meer vermogen leveren dan de leidingen aankonden.

Hoe noem je dat in één woord? Dat heet ....

figuur 10 Knoeien aan zekeringen is levensgevaarlijk.

ONDERZOEK BRAND IN LOODS HEROPEND

Het onderzoek naar de brand op 8 augustus in Westdorp wordt heropend. Volgens een woordvoerder van het Openbaar Ministerie (OM) is er met zekeringen geknoeid. Een aantal was bewerkt om meer vermogen te kunnen gebruiken, zodat een compressor het niet telkens zou begeven.
Vorige week tijdens de zitting bleek dat getuigen hadden verklaard zelf te hebben gezien hoe eigenaar M. de zekeringen bewerkte. Volgens de advocaat van M. is zijn cliënt onschuldig. Een direct verband tussen de zekeringen en de brand kan volgens de raadsman niet worden gelegd. Het OM gaf vorige week toe dat ‘niet onomstotelijk vaststaat wat de oorzaak is van de brand’, maar houdt het toch op oververhitting waardoor leidingen vlam hebben gevat en de brand boven in de loods onder het dak ontstond.

10 In de keuken van Peters flat staan drie elektrische apparaten aan: de wasmachine, de elektrische oven en de koelkast. Op het moment dat Peter het koffiezetapparaat aanzet, valt opeens de elektriciteit uit.

a Noteer twee mogelijke oorzaken van het uitvallen van de elektriciteit.

- ....
- ....

b Hoe kan Peter erachter komen wat de oorzaak was? Schrijf dat duidelijk op.

....

....

....

....

....

c De televisie in Peters huiskamer staat nog wel aan.
Hoe kan het dat daar de elektriciteit niet uitgevallen is?

....

....

d Peter ziet in de meterkast dat een zekering de stroom heeft uitgeschakeld. Als hij het hefboompje van de zekering omhoogduwt en loslaat, valt het meteen weer terug.
Wat had Peter eerst moeten doen?

....

....

Werken als automonteur — beroep



Loes (26) werkt als automonteur bij een garage. Na het vmbo (gt) heeft ze eerst een jaar op een agrarische opleiding gezeten, maar dat beviel haar niet. Daarna is ze geswitcht naar de mbo-opleiding Technisch Specialist Personenauto's. Loes was daar het enige meisje tussen twintig jongens, maar daar trok ze zich niets van aan. "Kom op zeg. Ik vind autotechniek reuze interessant en ik houd van het werk. Het is zo afwisselend en er zijn zoveel technieken." Later hoopt ze een eigen autobedrijf te starten. Maar op dit moment wil ze vooral het vak steeds beter leren kennen.

11 Lees de tekst 'Werken als automonteur'. Loes werkt bij een garage. Bijna elke dag vervangt ze elektrische onderdelen die kapot zijn gegaan. Vaak moet ze dan ook de bijbehorende zekering verwisselen.

a In tabel 3 vind je gegevens over een aantal auto-onderdelen.
Bereken hoe groot de stroomsterkte door de claxon is.

....

....

....

....

b Bereken op dezelfde manier de stroomsterkte door elk onderdeel. Noteer de uitkomsten in tabel 3.

c Noteer voor elk onderdeel een geschikte zekering. Je hebt de keuze uit vijf mogelijkheden:
- zekering 5 A
- zekering 10 A
- zekering 15 A
- zekering 20 A
- zekering 30 A

tabel 3 Elektrische gegevens van auto-onderdelen.

onderdeel	gegevens	stroomsterkte*	zekering
claxon	12 V, 80 W	.... A	10 A
voorruitwissers	12 V, 150 W	.... A	...... A
grootlicht links	12 V, 60 W	.... A	...... A
grootlicht rechts	12 V, 60 W	.... A	...... A
achteruitrijlichten	12 V, 30 W	.... A	...... A
mistlamp	12 V, 200 W	.... A	...... A
achterruitverwarming	12 V, 300 W	.... A	...... A
motorelektronica	12 V, 45 W	.... A	...... A
benzinepomp	12 V, 220 W	.... A	...... A
airconditioning	12 V, 320 W	.... A	...... A

** onder gewone omstandigheden, als alles goed functioneert*

EXTRA AUTOZEKERINGEN

12

a In een auto zitten allerlei onderdelen die werken op elektriciteit. Noem er vier.

- ....
- ....
- ....
- ....

b Voor elk elektrisch onderdeel is een aparte .... gemaakt, met een eigen ....

c In de meeste auto's worden .... gebruikt, zoals in figuur 8.

d Zo'n zekering .... door als de stroomsterkte door de stroomkring te groot wordt.

13

Een koplamp van een auto heeft een vermogen van 60 W en werkt op een spanning van 12 V.

a Bereken de stroomsterkte door de koplamp.

....

....

....

....

b De stroomkring met de koplamp wordt beveiligd door een zekering van 10 A.
Leg uit wat wordt bedoeld met 'een zekering van 10 A'.

....

....

c De stroomsterkte waarbij de zekering doorsmelt, is groter dan de normale stroomsterkte door de lamp.
Leg uit waarom dat nodig is.

....

....

....

....

Test je kennis met de *Test jezelf*.

Practica

PROEF 1 DE STROOMSTERKTE METEN

15 minuten

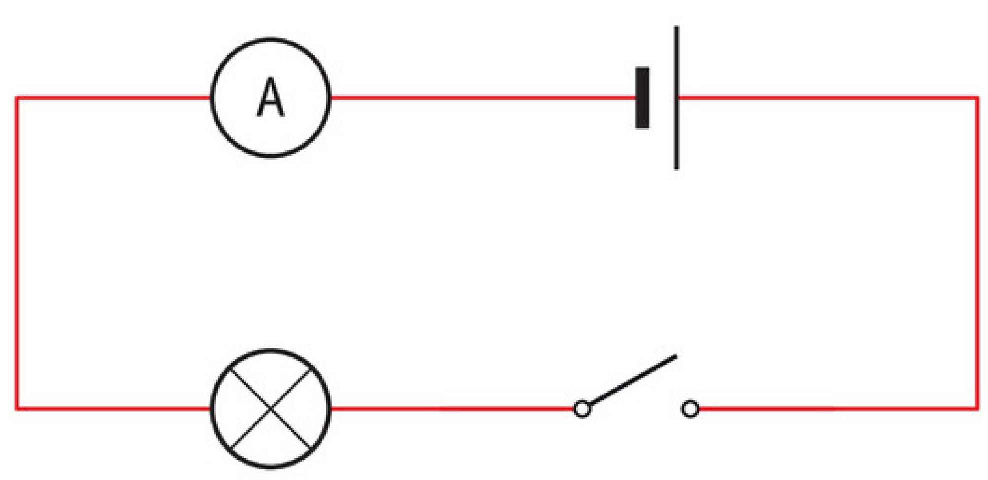
Inleiding
In een stroomkring loopt de elektrische stroom rond in een kring. De stroom gaat van de ene pool van de spanningsbron naar de andere, en loopt daarbij door snoeren, lampjes en andere schakelonderdelen. Met een stroommeter kun je meten hoe groot de stroomsterkte is.

Doel
Bij deze proef leer je hoe je een stroommeter aansluit en afleest.

Nodig
- ☐ platte batterij
- ☐ lampje in fitting
- ☐ 4 snoeren
- ☐ stroommeter
- ☐ drukschakelaar

Uitvoeren en uitwerken
Vooraf
Zie de vaardigheid *Werken met een stroommeter.*
Meestal heeft een stroommeter verschillende meetbereiken. Je docent zal je vertellen hoe dat zit met de meters bij jou op school. Bij een proef begin je altijd met het grootste meetbereik. Als de wijzer dan maar een klein beetje uitslaat, kies je daarna een kleiner meetbereik.

Meten
- Maak de opstelling van figuur 1.
- Schakel de stroom in met de schakelaar. Tip: wissel de beide aansluitdraden om als de wijzer van de stroommeter naar de verkeerde kant uitslaat.
- Kijk hoe groot de stroomsterkte is. Gebruik een kleiner meetbereik als dat kan.



figuur 1 De opstelling van proef 1.

1 Lees de stroomsterkte nu zo nauwkeurig mogelijk af.

De stroomsterkte is .... A.

- Maak een nieuwe schakeling, met de stroommeter tussen het lampje en de drukschakelaar.
- Ga net zo te werk als bij de vorige schakeling.

2 Lees de stroomsterkte weer zo nauwkeurig mogelijk af.

De stroomsterkte is .... A.

3 Maakt het uit of je de stroommeter links of rechts van het lampje aansluit?

....

....

PROEF 2 DE STROOMSTERKTE IN EEN SERIESCHAKELING

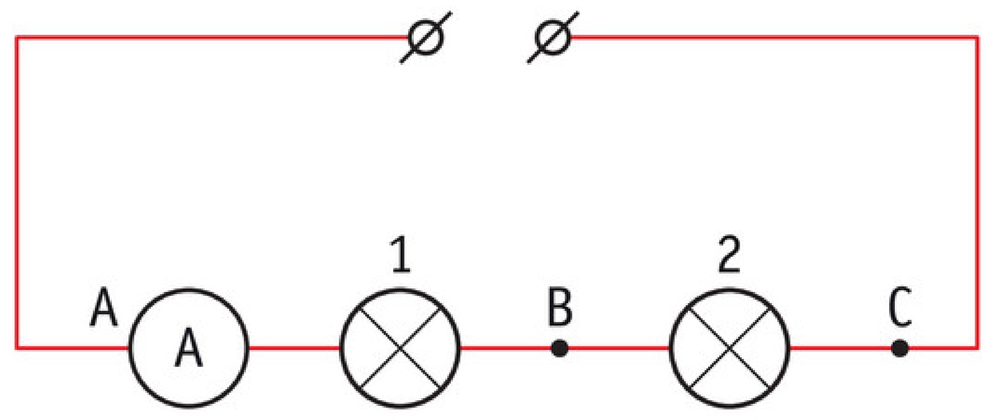
30 minuten

Inleiding
Een serieschakeling heeft geen vertakkingen. Je kunt zo'n schakeling vergelijken met een weg zonder zijwegen: als de stroom rondloopt, passeert hij alle schakelonderdelen één voor één.

Doel
Je zou kunnen denken dat de stroom in een serieschakeling steeds zwakker wordt. Elk onderdeel verbruikt immers stroom. Of dat zo is, onderzoek je bij deze proef. De onderzoeksvraag luidt:
Welke regel geldt er voor de stroomsterkte in een serieschakeling?

Nodig
- ☐ voedingskastje
- ☐ 2 lampjes in fitting
- ☐ 4 snoeren
- ☐ stroommeter

Uitvoeren en uitwerken
Zie de vaardigheid *Schakelingen bouwen*.
- Maak de schakeling van figuur 2.
- Stel de spanning in op 12 V.
- Kijk hoe groot de stroomsterkte is. Kies het meest geschikte meetbereik.
  Tip: wissel de beide aansluitdraden om als de wijzer van de stroommeter naar de verkeerde kant uitslaat.



figuur 2 Het schakelschema van proef 2.

1 Lees de stroomsterkte nauwkeurig af.

De stroomsterkte bij A is .... A.

- Maak een nieuwe schakeling, met de stroommeter tussen de beide lampjes in (bij B).

2 Lees de stroomsterkte opnieuw nauwkeurig af.

De stroomsterkte bij B is .... A.

- Maak een nieuwe schakeling, met de stroommeter rechts van lampje 2 (bij C).

3 Lees de stroomsterkte opnieuw nauwkeurig af.

De stroomsterkte bij C is .... A.

Uitwerken

4 Beantwoord nu de onderzoeksvraag.

....

....

....

....

5 Klopt de uitspraak: ‘Een lampje verbruikt stroom’?
Licht je antwoord toe.

....

....

....

PROEF 3 DE STROOMSTERKTE IN EEN PARALLELSCHAKELING

30 minuten

Inleiding

Een parallelschakeling is een schakeling met vertakkingen. Je kunt zo'n schakeling vergelijken met een weg die zich splitst: een deel van het verkeer neemt de ene weg, een ander deel de andere weg. Verderop komen de wegen weer bij elkaar. Dan moet alle verkeer weer langs één weg.

Doel

Bij deze proef maak je zelf een parallelschakeling. De onderzoeksvraag luidt:
Waar kun je de totale stroomsterkte in een parallelschakeling meten?

Nodig

- ☐ voedingskastje
- ☐ 2 lampjes in een fitting
- ☐ 5 snoeren
- ☐ stroommeter

Uitvoeren en uitwerken

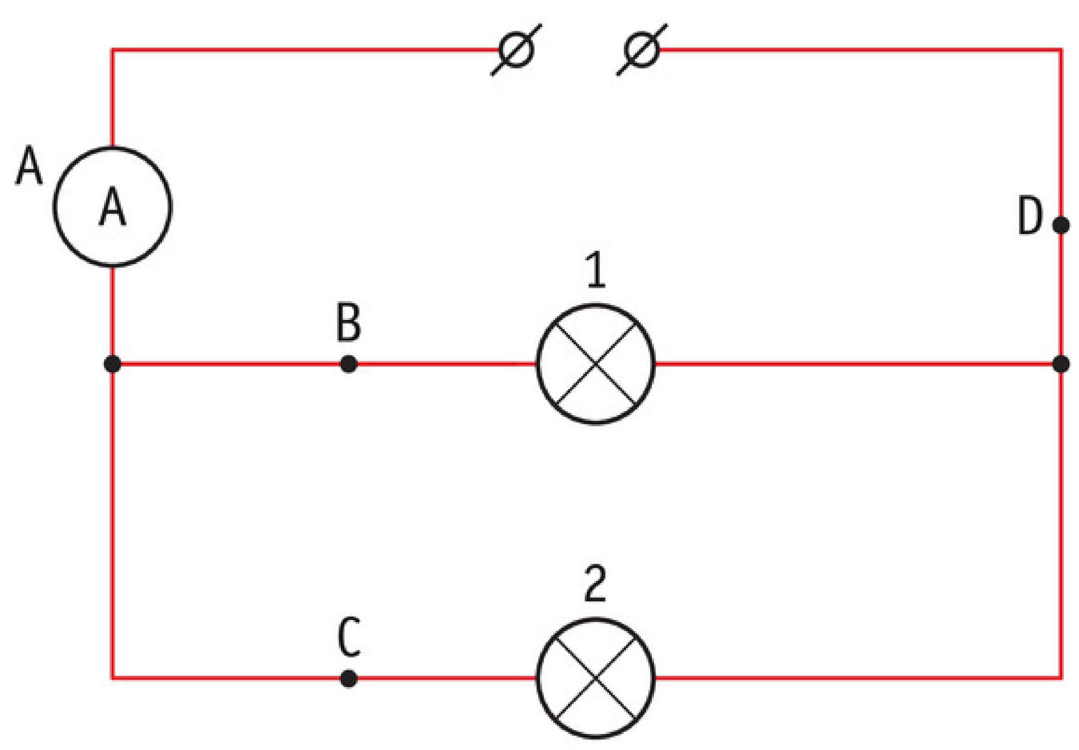
Vooraf

Zie de vaardigheid *Schakelingen bouwen*.
Bij deze proef moet je vier metingen doen. Ga daarbij steeds als volgt te werk:

- Maak de schakeling met de stroommeter op de aangegeven plek.
- Stel de spanning in op 6,0 V.
- Voer de meting uit.
- Draai de spanning op 0 V.
- Verander de schakeling.
- Controleer of alles klopt.
- Stel de spanning in op 6,0 V.

Meten

- Maak de schakeling van figuur 3.
- Stel de spanning in op 6,0 V.
- Lees de stroomsterkte af.



figuur 3 Het schakelschema van proef 3.

1 Noteer de stroomsterkte in tabel 1.

- Verplaats de stroommeter naar B.
- Lees de stroomsterkte af.

- Verplaats de stroommeter naar C.
- Lees de stroomsterkte af.

- Verplaats de stroommeter naar D.
- Lees de stroomsterkte af.

2 Noteer alle meetresultaten in tabel 1.

tabel 1 De meetgegevens van proef 3.

plaats stroommeter	stroomsterkte (A)
A	
B	
C	
D	

Uitwerken

3 Bij A en D heb je de stroomsterkte gemeten.
Hoe groot was die?

....

4 Hoe groot was de stroomsterkte door lampje 1?

....

5 Hoe groot was de stroomsterkte door lampje 2?

....

6 Welke conclusie kun je dus uit deze proef trekken?
Je kunt de totale stroomsterkte meten:

....

....

....

7 Vergelijk de meetresultaten van proef 2 en proef 3 met elkaar.
Wat is juist?

○ A De batterij moet meer stroom leveren als de lampjes in serie zijn geschakeld.
○ B De batterij moet meer stroom leveren als de lampjes parallel zijn geschakeld.
○ C Het maakt niet uit hoe de lampjes zijn geschakeld.

PROEF 4 DE STROOMSTERKTE METEN IN EEN GEMENGDE SCHAKELING

30 minuten

Inleiding

Een gemengde schakeling is een schakeling waarin sommige delen in serie zijn geschakeld en andere delen parallel.

Doel

Bij deze proef maak je zelf een gemengde schakeling. De onderzoeksvraag luidt:
Welke regel geldt er voor stroomsterktes in een gemengde schakeling?

Nodig

- ☐ voedingskastje
- ☐ 3 lampjes in een fitting
- ☐ 5 snoeren
- ☐ stroommeter

Uitvoeren en uitwerken

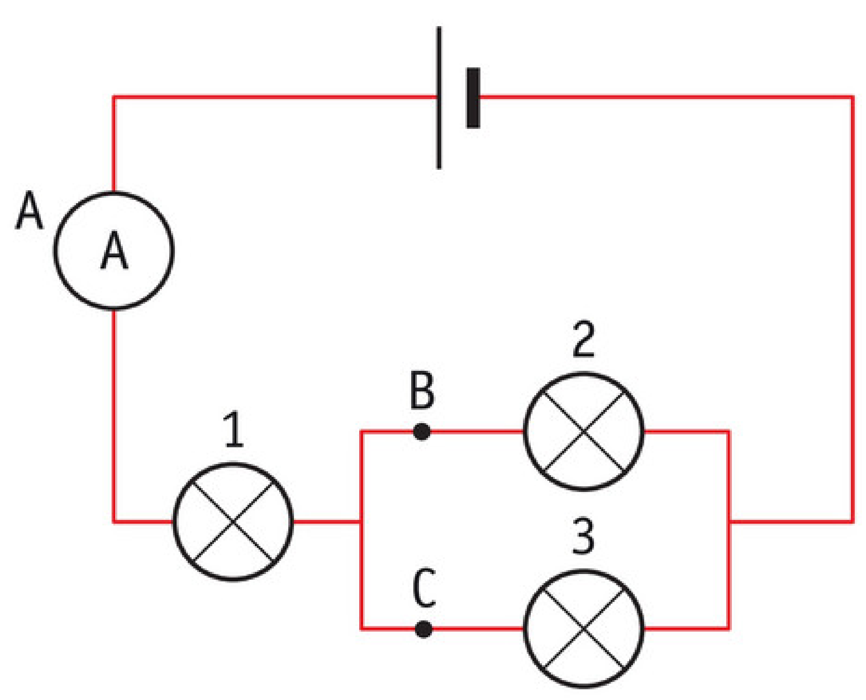
Vooraf

Zie de vaardigheid *Schakelingen bouwen*.
Bij deze proef moet je drie metingen doen. Ga daarbij steeds als volgt te werk:

- Maak de schakeling met de stroommeter op de juiste plek.
- Stel de spanning in op 6,0 V.
- Schakel de stroommeter op plek A in de stroomkring.
- Voer de meting uit.
- Draai de spanning op 0 V.
- Verander de schakeling.
- Controleer of alles klopt.
- Stel de spanning in op 6,0 V.

Meten

- Maak de schakeling van figuur 4 met de stroommeter bij A.
- Stel de spanning in op 6,0 V.
- Kijk hoeveel licht elk lampje geeft.
- Lees de stroomsterkte af.



figuur 4 Het schakelschema van proef 4.

1 Noteer de gemeten stroomsterkte in tabel 2.

- Verplaats de stroommeter naar B.
- Lees de stroomsterkte af.

- Verplaats de stroommeter naar C.
- Lees de stroomsterkte af.

2 Noteer alle meetresultaten in tabel 2.

tabel 2 De meetgegevens van proef 4.

plaats stroommeter	stroomsterkte (A)
A	
B	
C	

Uitwerken

3 Bij A heb je de totale stroomsterkte gemeten.
Hoe groot was deze stroomsterkte?

....

4 Leg uit waarom dit ook de stroomsterkte is door lampje 1.

....

....

....

5 Hoe groot was de stroomsterkte door lampje 2?

....

6 Hoe groot was de stroomsterkte door lampje 3?

....

7 Gaven alle lampjes evenveel licht? Zo niet, geef dan een verklaring voor het verschil.

....

....

....

....

PROEF 5 HET VERMOGEN

45 minuten

Inleiding
Het vermogen van een lampje geeft aan hoeveel elektrische energie dat lampje per seconde verbruikt. Die elektrische energie wordt geleverd door een spanningsbron, zoals een batterij of een dynamo.

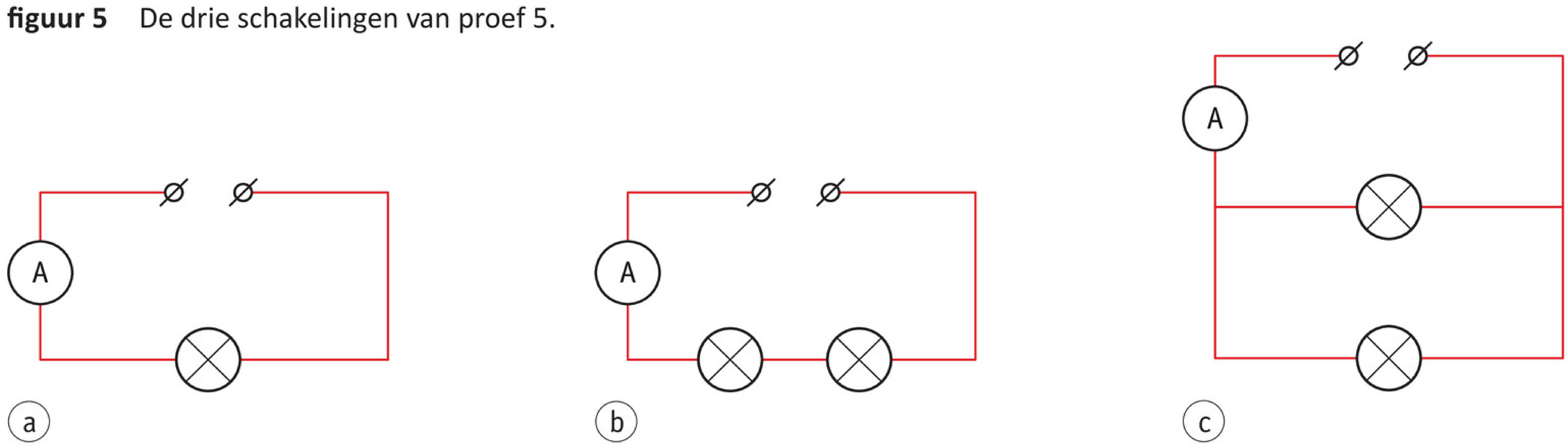
Doel
Bij deze proef bepaal je het vermogen van lampjes. De onderzoeksvragen luiden:
Heeft het vermogen te maken met de spanning waarop een lampje brandt?
Welke rol speelt de stroomsterkte?

Nodig
- ☐ voedingskastje
- ☐ 2 lampjes in een fitting
- ☐ 5 snoeren
- ☐ stroommeter

Uitvoeren en uitwerken
Voorbereiden
Bij deze proef moet je drie metingen doen.
Ga daarbij steeds als volgt te werk:
- Voer de meting uit.
- Draai de spanning op 0 V.
- Verander de schakeling.
- Controleer of alles klopt.
- Stel de spanning in op de juiste waarde.
- Controleer of de lampjes weer normaal branden.

Meting 1
- Maak de schakeling van figuur 5a.
- Stel de spanning in op 6,0 V.
- Lees de stroomsterkte af.

figuur 5 De drie schakelingen van proef 5.



1 Noteer de stroomsterkte in tabel 3.

tabel 3 De meetgegevens van proef 5.

meting	spanning (V)	stroomsterkte (A)	totale vermogen (W)
1	6,0		
2	12,0		
3	6,0		

Meting 2

- Maak de schakeling van figuur 5b.
- Stel de spanning in op 12,0 V.
  De lampjes branden nu op de normale sterkte.
- Lees de stroomsterkte af.

2 Noteer de stroomsterkte in tabel 3.

Meting 3

- Maak de schakeling van figuur 5c.
- Stel de spanning in op 6,0 V.
  De lampjes branden nu op de normale sterkte.
- Lees de stroomsterkte af.

3 Noteer de stroomsterkte in tabel 3.

Uitwerken

4 Op elk lampje staat het vermogen vermeld.
Noteer in tabel 3 het (totale) vermogen.

5 Hangt het totale vermogen af van de spanning?
Zo ja, hoe?

....

....

....

....

6 Welke metingen moest je vergelijken om opdracht 5 te kunnen beantwoorden?

....

....

....

7 Hangt het totale vermogen af van de stroomsterkte?
Zo ja, hoe?

....

....

....

8 Welke metingen moest je vergelijken om opdracht 7 te kunnen beantwoorden?

....

....

....

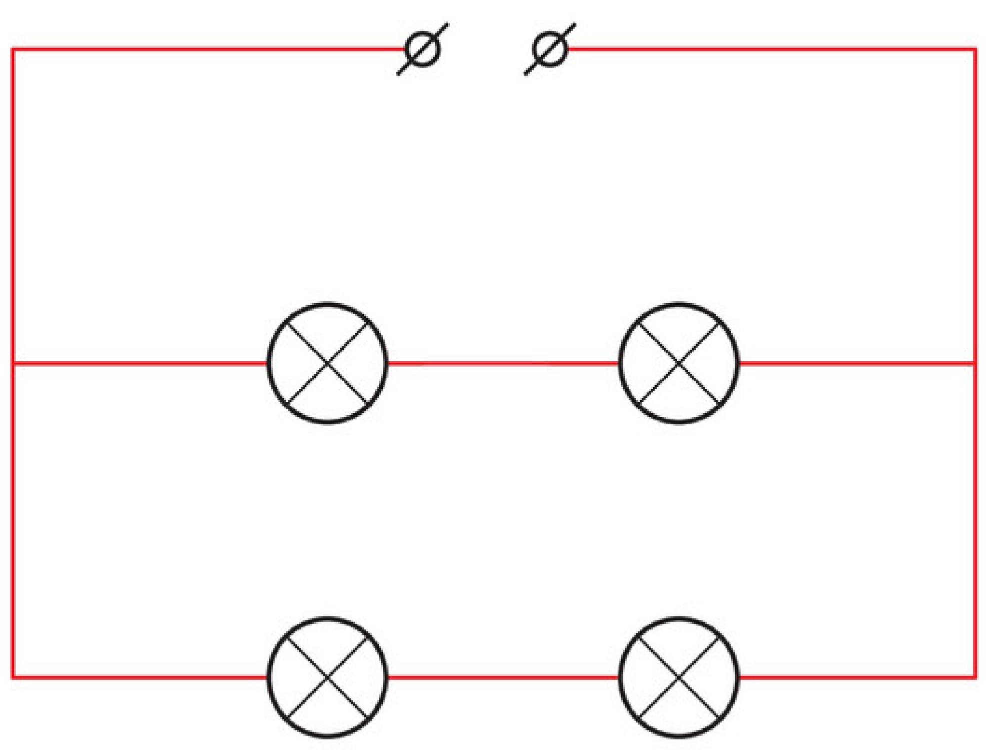
9 Stel je voor dat je de schakeling van figuur 6 zou maken, met dezelfde soort lampjes.
Je wilt de lampjes op de normale sterkte laten branden.

a Op welke spanning zou je het voedingskastje dan moeten instellen?

....

b Welke waarde zou de stroommeter dan aangeven?

....



figuur 6 Een schakeling met vier lampjes.

Leerstofoverzicht

1.1 ELEKTRISCHE STROOM

ONTHOUD

- Je kunt een stroomkring vergelijken met een cv-installatie. Zoals het water rond stroomt door een cv-installatie, zo loopt de stroom rond door een stroomkring. Je kunt de spanningsbron vergelijken met de pomp, de draden met de buizen en de schakelaars met de kranen.
- Met een stroommeter kun je meten hoe groot de stroomsterkte is. Je meet de stroomsterkte in ampère (A) of milliampère (mA).
- In een serieschakeling is de stroomsterkte overal even groot.
- In een parallelschakeling verdeelt de stroom zich over meerdere takken. Je kunt de totale stroomsterkte in een parallelschakeling berekenen door alle stroomsterktes bij elkaar op te tellen. Je kunt dit schrijven als: $I_{tot} = I_1 + I_2 + I_3 + ...$

BEGRIPPEN

gesloten stroomkring
Geleidende verbinding tussen de uiteinden van een spanningsbron, zodat de stroom rond kan lopen van het ene uiteinde naar het andere.

parallelschakeling
Schakeling met vertakkingen, waarin de stroom verschillende routes kan nemen.

serieschakeling
Schakeling zonder vertakkingen, waarin de stroom maar één route kan volgen.

stroommeter
Instrument om de stroomsterkte te meten.

stroomsterkte
Hoeveelheid stroom die een bepaald punt van een stroomkring passeert.

1.2 ELEKTRICITEIT IN HUIS

ONTHOUD

- Een huisinstallatie bestaat uit elektriciteitsdraden, stopcontacten en schakelaars. De stroom komt via de hoofdleiding het huis binnen. Daarna passeert de stroom de kWh-meter. Hierna splitst de leiding zich in een aantal groepen. Iedere groep heeft een eigen groepsschakelaar en een eigen zekering.
- De stopcontacten en lichtpunten (met schakelaar) in een groep hebben elk hun eigen vertakking. Ze zijn dus allemaal parallel aan elkaar geschakeld.
- In de huisinstallatie worden verschillende kleuren draden gebruikt. De bruine draad is de fasedraad. Op deze draad staat een spanning van 230 V. De blauwe draad is de nuldraad. Deze wordt gebruikt om de stroomkring te sluiten. De zwarte draad is de schakeldraad. Deze wordt alleen gebruikt bij schakelaars. Op de schakeldraad staat alleen spanning als de schakelaar in de aan-stand staat.
- Als de stroom een weg kan nemen met een lage weerstand, dan is er sprake van kortsluiting.
- Als er te veel apparaten op een groep zijn aangesloten, ontstaat er overbelasting. De totale stroomsterkte wordt dan te groot.

BEGRIPPEN

fasedraad
Bruine elektriciteitsdraad waarop een wisselspanning van 230 V staat.

groepsschakelaar
Schakelaar waarmee je in één keer de spanning over alle stopcontacten en lichtpunten in een groep kunt uitzetten.

huisinstallatie
Netwerk van elektriciteitsdraden, lichtpunten, stopcontacten en een groepenkast in een huis.

kortsluiting
Situatie waarin de stroom onbedoeld een andere weg kan nemen, met een veel te kleine weerstand, zodat de stroomsterkte veel te groot wordt.

nuldraad
Blauwe elektriciteitsdraad die in combinatie met de fasedraad wordt gebruikt om de stroomkringen in huis te maken. Op de nuldraad staat geen spanning.

overbelasting
Gevolg van het inschakelen van te veel apparaten in een groep waardoor de totale stroomsterkte in een groep boven 16 A komt.

schakeldraad
Zwarte elektriciteitsdraad waar alleen spanning op staat als de schakelaar in de aan-stand staat.

totale stroomsterkte
Stroomsterkte in het niet-vertakte deel van een groep; de optelsom van de stroomsterktes in de verschillende vertakkingen.

weerstand
Eigenschap van voorwerpen die aangeeft of de stroom er gemakkelijk (bij een kleine weerstand) of moeilijk (bij een grote weerstand) doorheen kan lopen.

1.3 VERMOGEN EN ENERGIE

ONTHOUD

- Het vermogen van een apparaat geeft aan hoeveel energie dat apparaat per seconde verbruikt.
- Het vermogen van een apparaat hangt af van de stroomsterkte die door het apparaat loopt en de spanning waarop het apparaat werkt. Je kunt het vermogen berekenen met de formule $P = U \cdot I$.
- Hoeveel energie er in een huis wordt verbruikt, kun je meten met een kilowattuurmeter (kWh-meter).
- Het energieverbruik van een apparaat is afhankelijk van het vermogen en van de tijd die het apparaat heeft aangestaan. Je kunt het energieverbruik berekenen met de formule $E = P \cdot t$. Als je het vermogen invult in kW en de tijd in h, vind je het energieverbruik in kWh.

BEGRIPPEN

energieverbruik
De hoeveelheid elektrische energie die in een bepaalde tijd wordt verbruikt door de apparaten in huis.

kilowattuurmeter
Instrument dat het verbruik van elektrische energie in huis meet. De meter heet zo omdat het verbruik wordt weergegeven in kilowattuur (kWh).

vermogen
De hoeveelheid elektrische energie die een apparaat per seconde verbruikt. De eenheid is watt (W).

1.4 ELEKTRICITEIT EN VEILIGHEID

ONTHOUD

- Kortsluiting en overbelasting kunnen brand veroorzaken, doordat de elektriciteitsleidingen erg heet worden als de stroomsterkte te groot wordt.
- Als je een voorwerp aanraakt waar spanning op staat, kun je een schok krijgen. Je lichaam geleidt de stroom vrij goed, de lichaamsweerstand is dus klein. De contactweerstand is veel groter. Dat betekent dat de stroom niet zo gemakkelijk je lichaam in- en uitgaat.
- Sommige apparaten zijn dubbel geïsoleerd. Dit betekent dat ze een extra isolatielaag hebben, naast de isolatie van de onderdelen waar de stroom doorgeen gaat.
- Zekeringen schakelen de stroom uit als deze boven een bepaalde waarde komt. In huis is dit meestal 16 A.
- Een aardlekschakelaar vergelijkt de stroom in de fasedraad met die in de nuldraad. Als ergens stroom weglekt, zijn de stroomsterktes in de draden niet meer gelijk en schakelt de aardlekschakelaar de stroom uit.
- De metalen buitenkant van een elektrisch apparaat kan onder spanning komen te staan. Als je het apparaat aanraakt kun je een schok krijgen. Door zo'n apparaat te aarden loopt de stroom van de buitenkant van het apparaat via de aarddraad door de randaarde naar de aardrail in de meterkast.

BEGRIPPEN

aarddraad
Koperdraad met groengeel gestreepte isolatie die de rand van een geaard stopcontact verbindt met een pin die in de aarde is geslagen, of die aan het omhulsel van een apparaat vastzit.

aardlekschakelaar
Voorziening die de stroomsterkte in de fasedraad vergelijkt met de stroomsterkte in de nuldraad. Als het verschil groter wordt dan 30 mA, dan schakelt de aardlekschakelaar de stroom uit. Er kan dan geen stroom meer 'weglekken'.

dubbele isolatie
Manier van isoleren waarbij twee lagen isolatie worden aangebracht: rond de onderdelen waar de stroom doorheen loopt en aan de buitenkant van het apparaat.

installatieautomaat
Groepszekering die de stroom uitschakelt als de stroomsterkte te groot wordt. Er klapt dan een hefboompje om. De stroom kun je weer inschakelen door het hefboompje terug te zetten.

randaarde
Contact aan de rand van een geaard stopcontact dat in verbinding staat met de aarddraad.

smeltveiligheid
Zekering met een dunne draad die snel doorsmelt als de stroomsterkte te groot wordt.

zekering
Onderdeel van een schakeling dat de stroom uitschakelt als de stroomsterkte te groot wordt.

Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

2 Het weer

WOLKEN
Er zijn verschillende soorten wolken, maar hoe ontstaan wolken eigenlijk? En hoe ontstaan onweer en bliksem?



INTRODUCTIE

THEORIE

AFSLUITING



Wat weet je al over het weer?

LEERDOELEN

1 Je kunt de drie fasen benoemen waarin water kan voorkomen.
2 Je kunt beschrijven wat er gebeurt als waterdamp condenseert.
3 Je kunt vijf verschillende soorten neerslag noemen en beschrijven.
4 Je kunt uitleggen wat wordt bedoeld met de dichtheid van een stof.
5 Je kunt het smeltpunt van ijs en het kookpunt van water noemen (in °C).
6 Je kunt het verschil aangeven tussen zuivere stoffen en mengsels.
7 Je kunt de zes faseovergangen van stoffen benoemen en beschrijven.

In deel 1-2 van Nova nask heb je al een aantal dingen over faseovergangen en het weer geleerd. Je hebt deze kennis weer nodig wanneer je aan dit hoofdstuk begint. Wil je snel controleren wat je nog weet? Maak dan de volgende opdrachten.

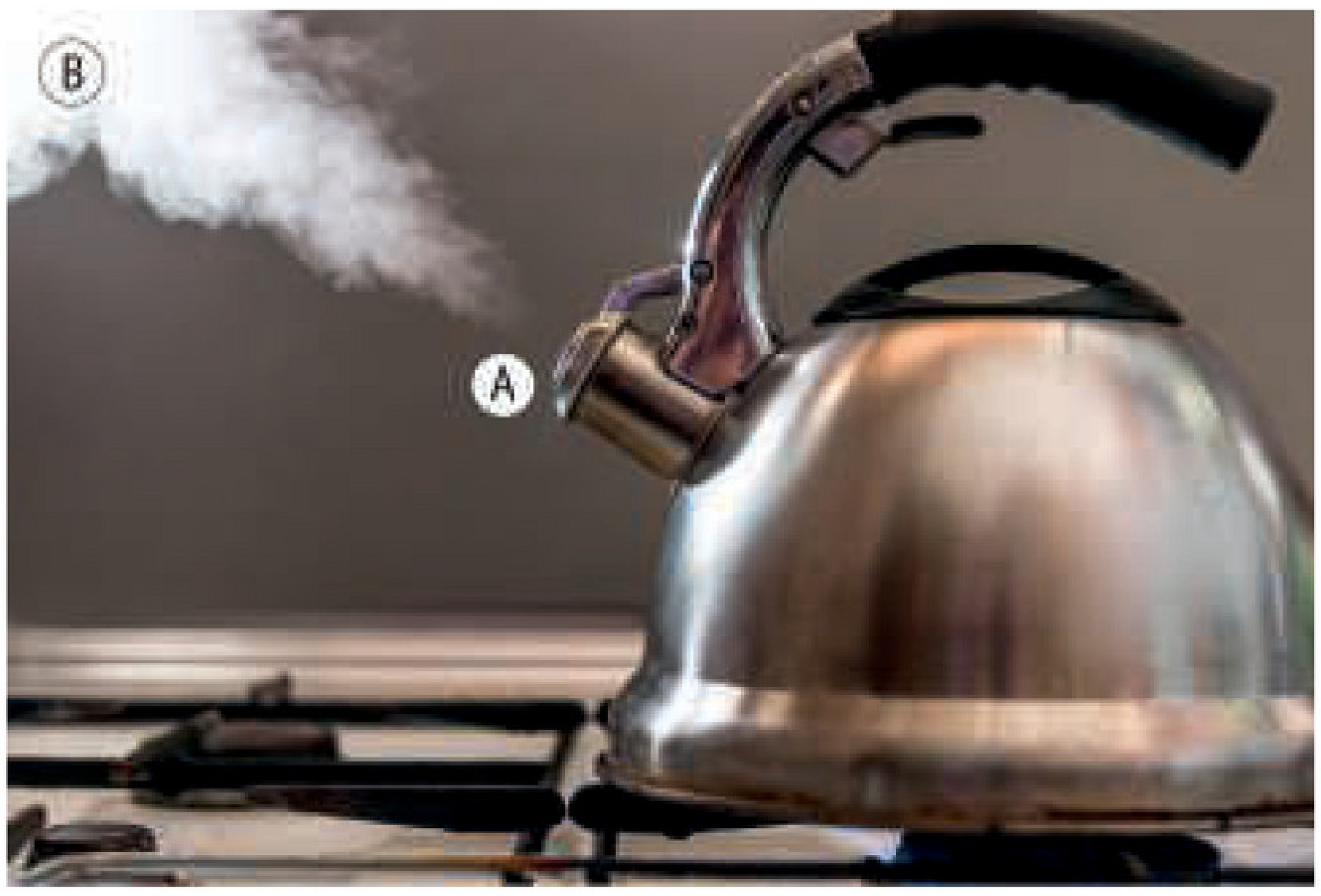
OPDRACHTEN VOORKENNIS

1

Water kom je in het dagelijks leven in drie verschillende fasen tegen.
Het ijs op een bevroren autoruit is een *gas* / *vaste stof* / *vloeistof*.
De waterdamp in de lucht om je heen is een *gas* / *vaste stof* / *vloeistof*.
Het water dat uit de kraan stroomt, is een *gas* / *vaste stof* / *vloeistof*.

2

Op welke plaats in figuur 1 komt water alleen als waterdamp voor?
○ A bij A
○ B bij B



figuur 1 Een ketel met kokend water.

3

Welke weerverschijnselen zijn voorbeelden van neerslag?
hagel / *ijzel* / *mist* / *regen* / *sneeuw* / *wind*

4 Vul in.

a Aluminium heeft een dichtheid van 2,7 g/cm^3. Dat betekent dat een blokje aluminium van .... cm^3 een .... heeft van 2,7 ....

b Je kunt de dichtheid van een stof berekenen door de .... van een voorwerp van die stof te delen door het ....

c De dichtheid van aluminium is veel .... dan de dichtheid van lood.

5 Vul de juiste getallen in.

Het smeltpunt van water is .... °C.

Het kookpunt van water is .... °C.

6 Een mengsel bestaat uit *één stof* / *meerdere stoffen*.
Een zuivere stof bestaat uit één *stof* / *meerdere stoffen*.

7 Een stof gaat van de gasvormige fase naar de vloeibare fase.

a Hoe noem je deze faseovergang?
- ○ A condenseren
- ○ B verdampen

b Een stof gaat van de vloeibare fase naar de vaste fase.
Hoe noem je deze faseovergang?
- ○ A smelten
- ○ B stollen

Wil je weten of je voldoende voorkennis hebt voor dit hoofdstuk, maak dan online de *Voorkennistoets*. Daar vind je ook filmpjes over de belangrijkste leerdoelen voor dit hoofdstuk.

1 Het deeltjesmodel

LEERDOELEN

2.1.1 Je kunt uitleggen welke drie eigenschappen moleculen in het deeltjesmodel hebben.

2.1.2 Je kunt beschrijven hoe moleculen bewegen in een vaste stof, een vloeistof en een gas.

2.1.3 Je kunt uitleggen wat er met de moleculen gebeurt bij de verschillende faseovergangen.

2.1.4 Je kunt het ontstaan van mist, dauw en rijp toelichten met behulp van het deeltjesmodel.

EXTRA 2.1.5 Je kunt de kenmerkende structuur van ijskristallen in sneeuw beschrijven en verklaren.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	2.1.1	2.1.2	2.1.3	2.1.4	2.1.5	1.4.6
Onthouden	1	2abc				11abcd
Begrijpen	3bc	3ad, 5ab	4a	7abcde, 8c	9	12b, 13ac
Toepassen					10ab	13b
Analyseren	8ab	4bcd, 6	4bcd	8ab		12c

Om tien uur 's ochtends is de lucht nog strakblauw, maar daarna komen er steeds meer wolken aan de hemel. Na een paar uur is het halfbewolkt geworden. Waar komen al die wolken vandaan?

WEERSVERSCHIJNSELEN

Veel weersverschijnselen komen voor je gevoel uit het niets tevoorschijn:

- Op een mooie zomerochtend verschijnen er steeds meer wolkjes aan de blauwe lucht.
- Na een koude nacht in augustus is het gras in de tuin kletsnat van de dauw (figuur 1).
- Aan het einde van een rustige herfstdag zie je mist ontstaan boven sloten en vijvers.



figuur 1 Dauw.

Maar dezelfde verschijnselen kunnen ook zomaar weer verdwijnen:

- Aan het einde van een mooie zomerdag lossen mooiweerwolkjes langzaam weer op.
- Aan het einde van de ochtend is de dauw verdwenen en voelt het gras weer droog aan.
- Op een mistige herfstochtend breekt opeens de zon door en laat de mist snel verdwijnen.

Hoe kunnen wolken, dauw en mist zomaar ontstaan en ook zomaar weer verdwijnen? Hoe moet je je dat voorstellen? Dit soort vragen kun je beantwoorden met een model dat veel bij de vakken natuurkunde en scheikunde wordt gebruikt. Daarover leer je meer in deze paragraaf.

DE MOLECULEN VAN EEN STOF

Wetenschappers hebben ontdekt dat stoffen bestaan uit heel kleine deeltjes die je **moleculen** noemt. Elke stof heeft zijn eigen soort moleculen. In water vind je andere moleculen dan in zuurstof of in suiker. Water bestaat uit watermoleculen, zuurstof uit zuurstofmoleculen, suiker uit suikermoleculen.

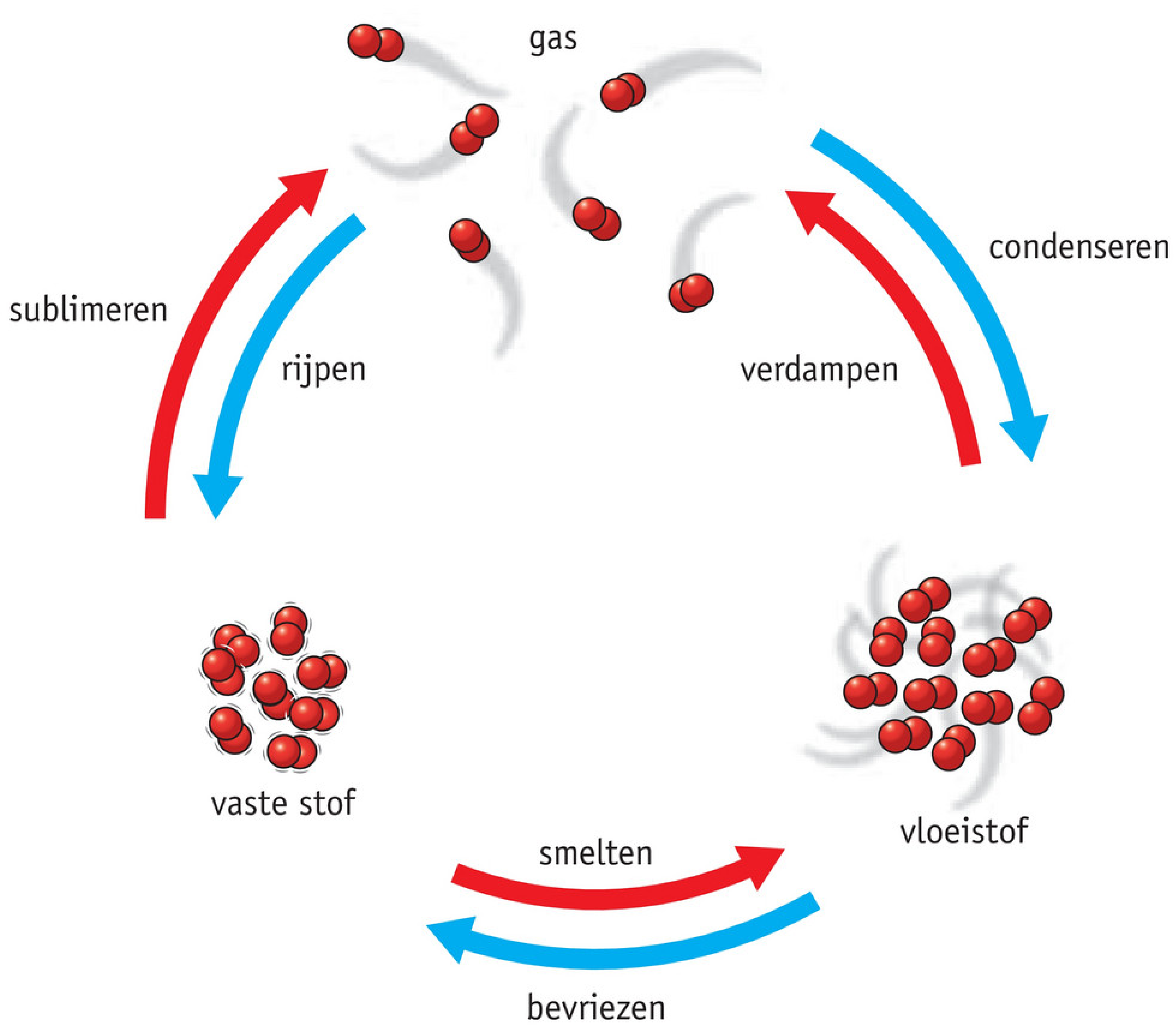
Je kunt niet zien hoe de moleculen van een stof zich gedragen. Je kunt wel proberen om je dat voor te stellen. Je probeert dan voor je te zien wat moleculen doen en hoe ze elkaar beïnvloeden. Zo kun je je een beeld vormen van wat een stof is. Zo'n beeld noem je ook wel een 'model'.

In de natuurkunde wordt vaak gebruikgemaakt van het **deeltjesmodel**. Moleculen hebben in dit model de volgende eigenschappen.

- *De moleculen van een stof veranderen niet.*
  Of een stof nu vast, vloeibaar of gasvormig is, je hebt steeds dezelfde moleculen. Ook al verandert de fase, de moleculen zelf veranderen niet.
- *De moleculen van een stof bewegen voortdurend.*
  Moleculen zijn onophoudelijk in beweging. Hoe hoger de temperatuur, des te sneller bewegen ze.
- *De moleculen van een stof trekken elkaar aan.*
  De aantrekkingskracht wordt groter als de moleculen dichter bij elkaar komen. De kracht wordt weer kleiner als ze bij elkaar vandaan bewegen.

FASEN EN FASEOVERGANGEN

Met het deeltjesmodel van een stof kun je je de **fasen** en de **faseovergangen** voorstellen zoals in figuur 2 is weergegeven.



figuur 2 De fasen in het deeltjesmodel.

Vaste stof
In een vaste stof hebben alle moleculen een eigen, vaste plaats. De moleculen bewegen op die vaste plaats heel snel heen en weer: ze zijn voortdurend in trilling. De afstand tussen de moleculen is klein en de onderlinge aantrekkingskracht is groot.

Als de temperatuur stijgt, gaan de moleculen heviger trillen. De afstand tussen de moleculen wordt dan groter en de stof zet uit. Hierdoor neemt de onderlinge aantrekkingskracht af. Bij een bepaalde temperatuur (het smeltpunt) is de aantrekkingskracht te klein om de moleculen op hun vaste plaats te houden. De stof smelt dan en wordt vloeibaar.

Vloeistof
De moleculen in een vloeistof bewegen langs en door elkaar heen. Ze hebben geen vaste plaats meer. De onderlinge aantrekkingskracht is kleiner dan bij een vaste stof. Toch is die kracht nog wel groot genoeg om de moleculen bij elkaar te houden.

De snelheid van sommige moleculen is zo groot dat ze uit de vloeistof kunnen ontsnappen. Dat heeft tot gevolg dat de vloeistof langzaam verdampt. Hoe hoger de temperatuur, hoe groter de snelheid van de moleculen en des te gemakkelijker ze uit de vloeistof zullen ontsnappen.

Gas
De moleculen van een gas bewegen los van elkaar door de ruimte waar het gas in zit. De afstand tussen de moleculen is erg groot en de onderlinge aantrekkingskracht is erg klein.

Een gas kun je gemakkelijk samenpersen (figuur 3). Dat komt doordat er bij een gas veel lege ruimte tussen de moleculen zit. Daardoor kost het weinig moeite het volume kleiner te maken. Er blijft genoeg ruimte over voor de moleculen.
Bij vaste stoffen en vloeistoffen is dat anders. Daarin zitten de moleculen al erg dicht op elkaar, met weinig tussenruimte. Vaste stoffen en vloeistoffen kun je niet of nauwelijks samenpersen.



figuur 3 Sportduikers gebruiken flessen met samengeperste lucht.

FASEOVERGANGEN EN HET WEER
Lucht is een mengsel van verschillende gassen. Dat betekent dat lucht uit verschillende soorten moleculen bestaat. Stikstofmoleculen en zuurstofmoleculen komen het meest voor. Maar in lucht kom je ook altijd watermoleculen tegen, in wisselende hoeveelheden. Dat gasvormige water noem je **waterdamp**. Net als stikstof en zuurstof is waterdamp een onzichtbaar gas.

Stikstof en zuurstof zijn gasvormig onder gewone aardse omstandigheden. Je kunt deze stoffen alleen vloeibaar maken met speciale apparatuur. Met waterdamp is dat anders.

Waterdamp begint al snel te condenseren als de temperatuur daalt. De watermoleculen blijven dan aan elkaar vastzitten en vormen kleine waterdruppeltjes.

Condenseren speelt een belangrijke rol bij weersverschijnselen zoals mist en dauw. De onzichtbare waterdamp in de lucht koelt af en condenseert tot kleine waterdruppeltjes. Die druppels kun je wel zien: het lijkt daardoor alsof het water uit het niets verschijnt. Als de temperatuur stijgt, gebeurt het omgekeerde: de waterdruppels verdampen weer en lijken zomaar te verdwijnen.

Als de temperatuur onder het vriespunt ligt, ontstaat er geen dauw, maar rijp. Rijp bestaat uit talloze kleine, naaldvormige ijskristallen. De waterdamp in de lucht verandert in ijs zonder eerst vloeibaar te worden. Dat noem je rijpen (figuur 4).



figuur 4 Rijp op een stuk prikkeldraad.

EXTRA IJSKRISTALLEN

Veel stoffen vormen kristallen als ze een vaste vorm aannemen. Kristallen hebben een regelmatige structuur die kenmerkend is voor de stof waaruit ze bestaan. Een bekend voorbeeld is de zeshoekige vorm van ijskristallen in sneeuw (figuur 5). IJskristallen kunnen er heel verschillend uitzien, maar hebben allemaal dezelfde kenmerkende, zeshoekige structuur.



figuur 5 Twee heel verschillende ijskristallen, maar met dezelfde basisstructuur.

Dat kristallen een regelmatige structuur hebben, kun je verklaren met het deeltjesmodel. Omdat de moleculen van een stof allemaal gelijk zijn, vormen ze vanzelf regelmatige structuren, als ze tegen elkaar aan komen te liggen. Zo ontstaat een kristalrooster waarin elk molecuul een vaste plaats heeft.

De ijskristallen in sneeuw ontstaan als watermoleculen in koude lucht zich hechten aan een rondzwevend stofdeeltje. Dit microscopisch kleine ijskristal heeft al een zeshoekige structuur. Het kristal groeit daarna snel, doordat nieuwe watermoleculen vast komen te zitten aan een van de zes uiteinden. Zo kan in ongeveer een half uur tijd een vertakt, zeshoekig ijskristal groeien.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Welke eigenschappen hebben de moleculen volgens het deeltjesmodel?

De moleculen van een stof ....

De moleculen van een stof ....

De moleculen van een stof ....

2 De meeste stoffen kunnen in drie fasen voorkomen.

a In welke fase hebben de moleculen de minste mogelijkheid om te bewegen?
in een vaste stof / in een vloeistof / in een gas

b In welke fase zijn de aantrekkingskrachten tussen de moleculen het grootst?
in een vaste stof / in een vloeistof / in een gas

c In welke fase is de ruimte tussen de moleculen het grootst?
in een vaste stof / in een vloeistof / in een gas

TOEPASSING

3 De volgende uitspraken zijn fout. Leg met behulp van het deeltjesmodel uit hoe het wél zit.

a De moleculen van ijs zijn koud, de moleculen van kokend water zijn heet.

....

....

b Als ijs smelt, veranderen de ijsmoleculen in watermoleculen.

....

....

c Als de temperatuur van een stof toeneemt, worden de moleculen groter.

....

....

d Tussen de moleculen van een gas zit veel lucht.

....

....

★ 4 Je kunt je huid ontsmetten door alcohol op een watje te doen en daarmee over je huid te vegen.

a Waaraan kun je merken dat de alcohol snel verdampt?

....

....

b Alleen moleculen met een in verhouding hoge snelheid kunnen uit een vloeistof ontsnappen.
Hoe komt het dat moleculen met een lagere snelheid niet uit de vloeistof weg kunnen komen?

....

....

c Wat gebeurt er met de gemiddelde snelheid van de moleculen die in een vloeistof achterblijven?

....

....

d Waaraan kun je voelen dat de gemiddelde snelheid van de moleculen in de alcohol is veranderd?

....

....

....

5

Gassen kun je gemakkelijk samenpersen. Dat merk je bijvoorbeeld als je een band oppompt. De samengeperste lucht geeft de band zijn stevigheid.

a Hoe komt het dat je gassen gemakkelijk kunt samenpersen?

....

....

b Waardoor lukt dat niet met een vaste stof of een vloeistof?

....

....

★ 6

Gassen hebben bij gewone temperatuur en druk een veel kleinere dichtheid dan vloeistoffen.
Geef hiervoor een verklaring met behulp van het deeltjesmodel.

....

....

....

....

....

7 Met welke faseovergang heb je te maken:

a als het begint te misten laat op een middag in de herfst? ....

b als de straten 's winters spiegelglad worden door ijzel? ....

c als in een koude herfstnacht het gras wit wordt van rijp? ....

d als het gras in een heldere zomernacht nat wordt door dauw? ....

e als straten na een zomerse regenbui weer opdrogen in de zon? ....

★ 8 Als het 's nachts rustig en koud weer is, kunnen er mistbanken ontstaan (figuur 6). De watermoleculen in de lucht blijven aan elkaar vastzitten en vormen kleine waterdruppeltjes.

a Leg uit waarom de watermoleculen alleen druppeltjes vormen als het flink afkoelt.

....

....

....

....

b Leg uit wat er met de watermoleculen gebeurt als de mist 's ochtends optrekt.

....

....

....

....

c Hoe kun je in figuur 6 zien dat de temperatuur vlak bij de grond het sterkst is gedaald?

....

....

....

....



figuur 6 Koeien in de ochtendmist.

EXTRA IJSKRISTALLEN

9 Bekijk de vier beweringen over de moleculen in een ijskristal.
Geef van de beweringen aan of ze waar of onwaar zijn.

- De moleculen bewegen helemaal niet; ze staan helemaal stil. *waar / onwaar*
- De moleculen hebben allemaal hun eigen plaats in het kristal. *waar / onwaar*
- De moleculen hebben heel verschillende groottes en vormen. *waar / onwaar*
- De moleculen zijn volgens een vast patroon gerangschikt. *waar / onwaar*

★ 10 Leg uit met het deeltjesmodel hoe het mogelijk is:

a dat alle sneeuwkristallen dezelfde zeshoekige basisstructuur hebben.

....

....

....

....

....

b dat je geen twee sneeuwkristallen kunt vinden die precies aan elkaar gelijk zijn.

....

....

....

....

....

....

Test je kennis met de *Test jezelf*.

2 Luchtdruk

LEERDOELEN

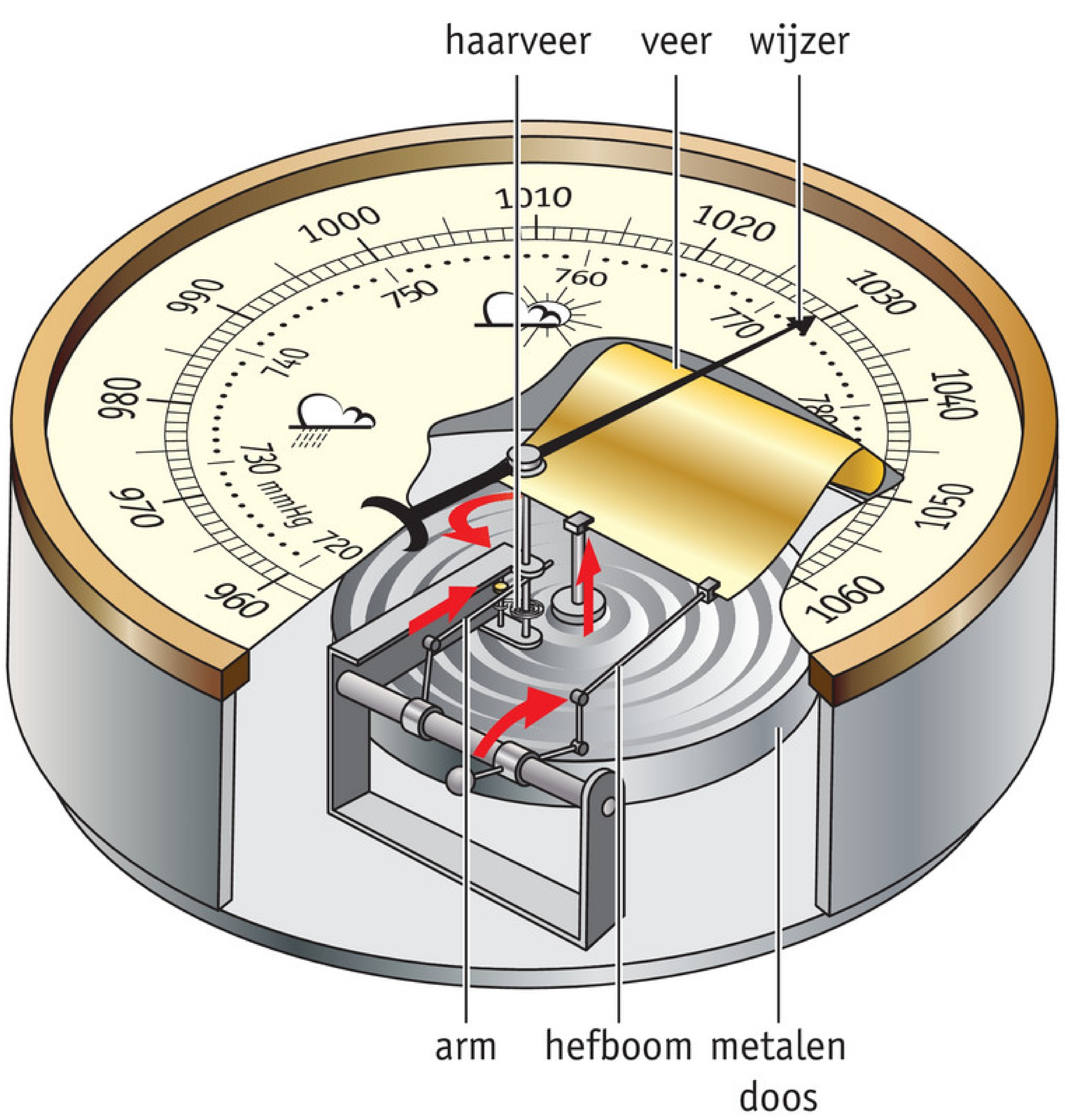
2.2.1 Je kunt uitleggen hoe de luchtdruk op het aardoppervlak en op jezelf ontstaat.
2.2.2 Je kunt beschrijven op welke manier je de grootte van de luchtdruk kunt meten.
2.2.3 Je kunt de kenmerken van lagedrukgebieden en hogedrukgebieden benoemen.
2.2.4 Je kunt het verband beschrijven tussen de luchtdruk en de hoogte in de atmosfeer.
2.2.5 Je kunt uitleggen wat wordt bedoeld met de gasdruk in een afgesloten ruimte.
2.2.6 Je kunt beschrijven op welke manier je de grootte van de gasdruk kunt meten.
2.2.7 Je kunt de absolute druk berekenen als je de overdruk kent, en omgekeerd.
EXTRA 2.2.8 Je kunt vier verschillende eenheden van druk herkennen en omrekenen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN							
	2.2.1	2.2.2	2.2.3	2.2.4	2.2.5	2.2.6	2.2.7	2.2.8
Onthouden	1ab	1ce	1d, 2ab, 5bd	1f		1g, 7a		12a
Begrijpen		3a, 4abcdef, 6c	5ef	6a	6bc, 8bc, 7b		6d, 9ac	11acd, 12bcd
Toepassen		3b	5ac	8ab	10abc	7c	9b	11b
Analyseren				8c				

Op een barometer kun je zien hoe hoog de luchtdruk is. Maar wat heeft de luchtdruk eigenlijk met het weer te maken?

DE LUCHTDRUK METEN

Boven je hoofd bevindt zich een laag lucht die tientallen kilometers hoog is. Naar boven toe wordt de lucht steeds ijler: het aantal moleculen per liter lucht neemt steeds verder af. Al die lucht boven je in de atmosfeer heeft een behoorlijk gewicht. Daardoor oefent de lucht druk uit op het aardoppervlak en op je lichaam. Dat noem je de **luchtdruk**.



figuur 1 Zo werkt een barometer. In de tekening is de luchtdruk aan het dalen, zie de rode pijl in het midden die omhoog wijst.

Met een **barometer** kun je meten hoe groot de luchtdruk is. In figuur 1 zie je hoe een **metaalbarometer** werkt. In zo'n barometer zit een metalen doosje waar de lucht grotendeels uit is gepompt. De gegolfde bovenkant van dit doosje is erg dun en kan gemakkelijk op en neer bewegen. Een sterke veer voorkomt dat de luchtdruk het doosje helemaal in elkaar drukt.

Het doosje reageert op veranderingen in de luchtdruk. Als de luchtdruk groter wordt, wordt de bovenkant van het doosje naar beneden geduwd. Als de luchtdruk daalt, veert de bovenkant weer terug. Deze bewegingen worden overgebracht op een wijzer. Die geeft op een wijzerplaat de grootte van de luchtdruk aan. Op veel barometers staat de grootte van de luchtdruk aangegeven in millibar (mbar). De officiële natuurkundige drukeenheid is de pascal (Pa). Per definitie geldt: 1 bar = 1000 mbar = 100 000 Pa. Daaruit volgt dat 1 mbar gelijk is aan 100 Pa.

HOGE DRUK EN LAGE DRUK

Als je elke dag een barometer afleest, merk je dat de luchtdruk niet altijd even hoog is. Op zeeniveau ligt de luchtdruk meestal tussen 970 en 1040 mbar. Wanneer de luchtdruk ergens lager is dan in de omgeving, heb je te maken met een **lagedrukgebied**. Wanneer de luchtdruk ergens hoger is dan in de omgeving, heb je te maken met een **hogedrukgebied**.

Een lagedrukgebied brengt vaak onrustig weer met veel wind en neerslag (figuur 2). In een hogedrukgebied is het weer meestal rustig en zonnig. Je kunt een barometer dus gebruiken als hulpmiddel om het weer te voorspellen. Als de luchtdruk stijgt, is dat een aanwijzing dat het weer zal verbeteren. Als de luchtdruk daalt, is de kans groot dat het weer gaat verslechteren.

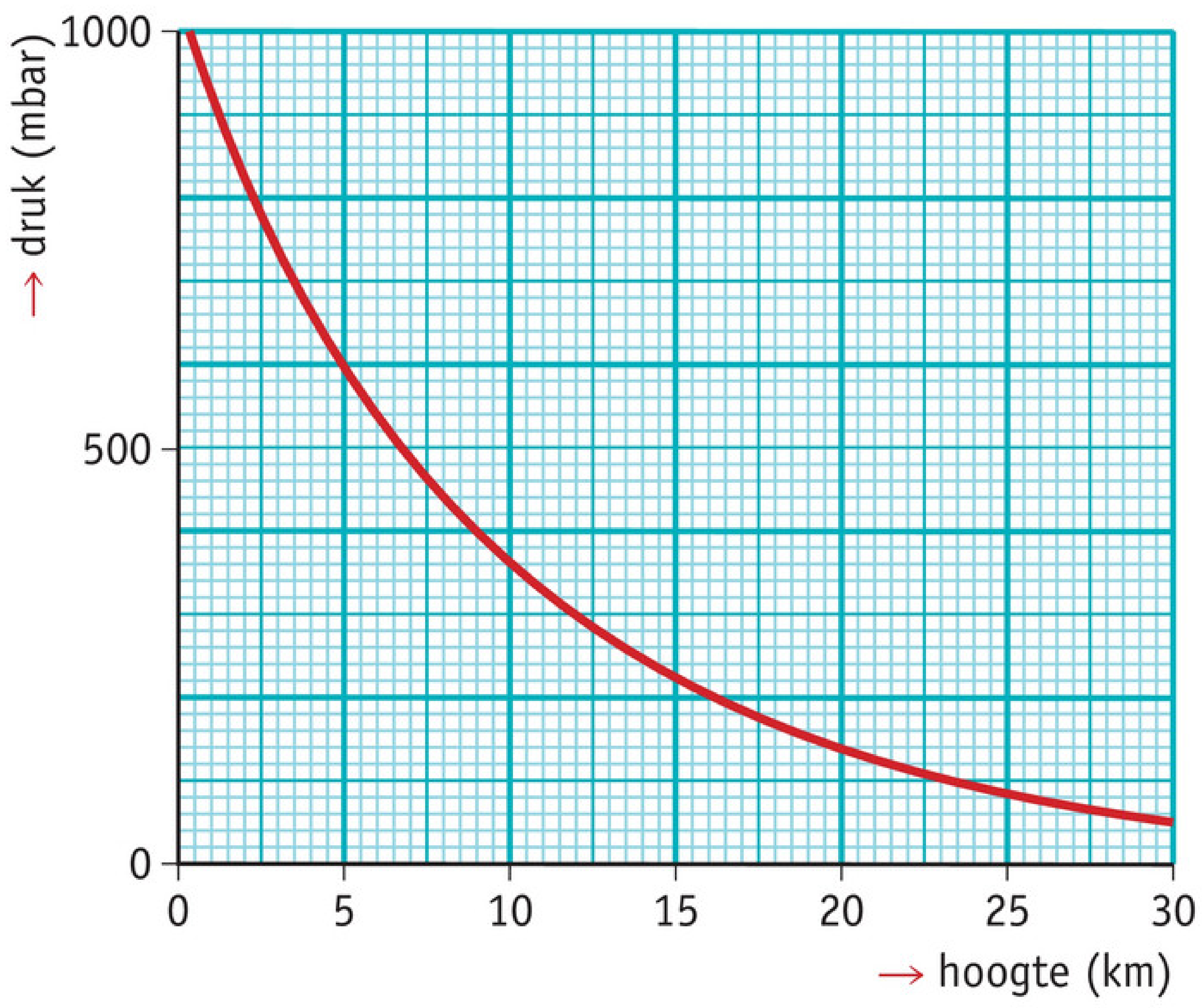


figuur 2 Een lagedrukgebied trekt over Nederland.

LUCHTDRUK EN HOOGTE

Meestal merk je weinig van de luchtdruk. Dat komt doordat de holle ruimtes in je lichaam, zoals de neusholte, mondholte, keelholte en de longen met lucht zijn gevuld. Die lucht zorgt voor een tegendruk die even groot is als de luchtdruk van buitenaf. Hierdoor voel je niet dat de lucht op je lichaam drukt. Alleen als je snel stijgt of daalt, voel je aan de druk in je oren dat de luchtdruk er is.

Hoe hoger je in de atmosfeer komt (gemeten vanaf zeeniveau), des te minder lucht er boven je is. De luchtdruk neemt dus af met de hoogte. Uit de afname van de luchtdruk kun je afleiden hoeveel meter je bent gestegen. Je kunt een barometer dus ook gebruiken als hoogtemeter. In figuur 3 is getekend hoe de luchtdruk afhangt van de hoogte waarop je je bevindt.



figuur 3 Hoe hoger je komt, hoe lager de luchtdruk is.

DE DRUK IN EEN RUIMTE

PROEF 1

Als je lucht in een afgesloten ruimte pompt, loopt de druk in die ruimte steeds verder op. Dat komt doordat de moleculen van de lucht kriskras door de hele ruimte bewegen. Daarbij botsen ze regelmatig tegen de wanden op. Al die botsingen bij elkaar zorgen voor een constante druk op de wanden. Die druk noem je de **gasdruk**.

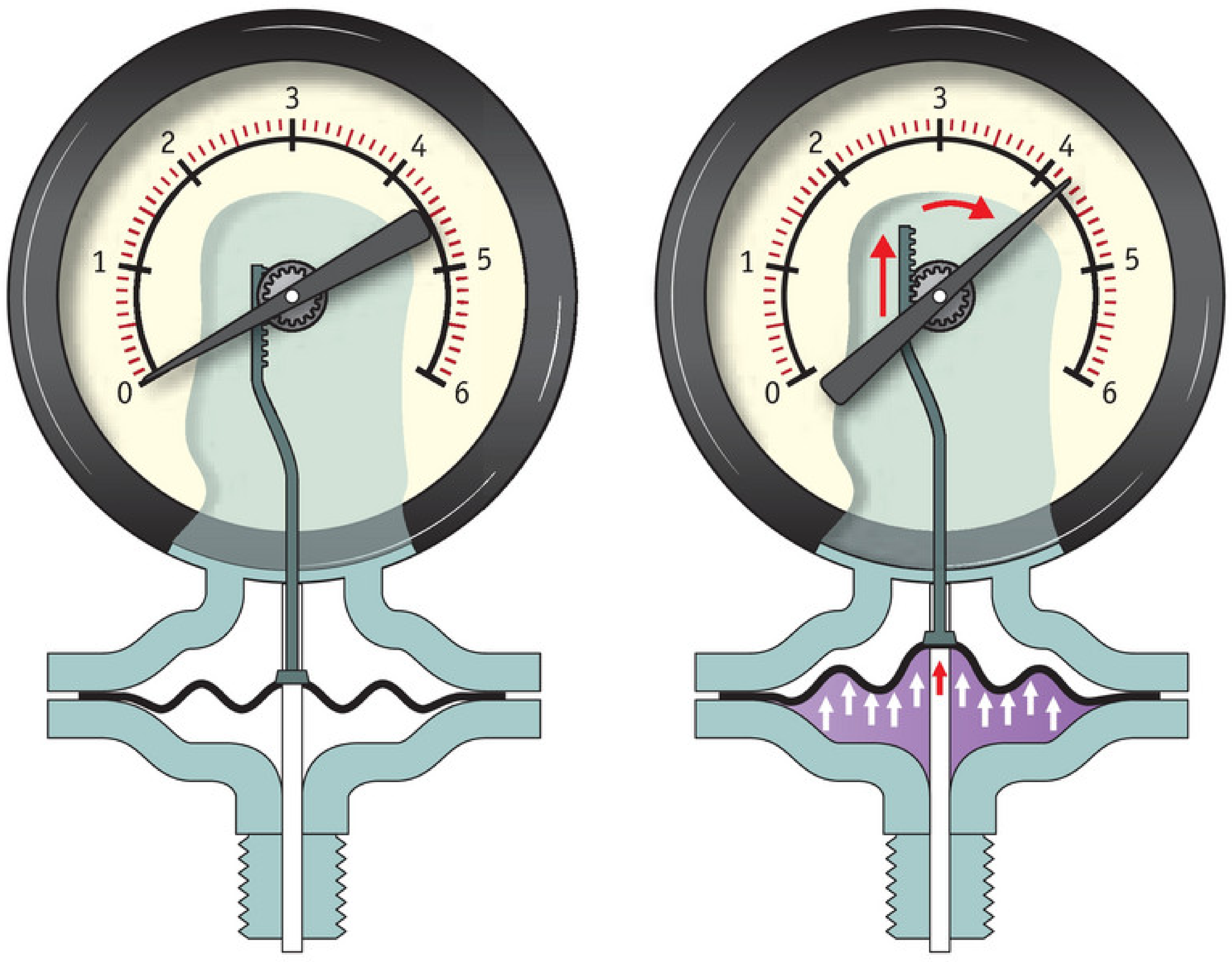
Hoe meer gasmoleculen je in een ruimte perst, des te hoger de gasdruk wordt. Dat merk je als je de band van je fiets of scooter oppompt (figuur 4). De band wordt steeds harder. Je moet stoppen met pompen als de druk hoog genoeg is. Als je dat niet doet, kan de band klappen.



figuur 4 Een fietsband oppompen.

DE OVERDRUK METEN

Om de druk in een band te meten, gebruik je een **manometer** (figuur 5). De werking lijkt veel op die van een barometer. De druk van de lucht in de band duwt een membraan (een gegolfd metalen plaatje) naar boven. De beweging wordt overgebracht op een wijzer, die de druk van de lucht aangeeft. Meestal gebeurt dat in de eenheid bar.



figuur 5 Het meten van de overdruk met een manometer.

De meeste manometers geven niet de echte druk aan, maar de **overdruk**; dat is het verschil tussen de luchtdruk buiten en de druk in de band. De echte druk in de band vind je door de overdruk op te tellen bij de luchtdruk. Deze druk noem je de **absolute druk**. Voor de absolute druk geldt dus de formule:

absolute druk = luchtdruk + overdruk

EXTRA DRUKEENHEDEN

Voor het meten van druk worden allerlei eenheden gebruikt. Natuurkundigen gebruiken de pascal (Pa). Dit is een heel kleine eenheid. De luchtdruk op zeeniveau schommelt bijvoorbeeld rond de 100 000 Pa. Weerkundigen gebruiken vaak de hectopascal (hPa). Hecto is een ander woord voor honderd. 1 hPa = 100 Pa.

Op manometers waarmee je de druk in een band meet, wordt behalve de eenheid bar ook de eenheid atmosfeer (atm) gebruikt:
1 atm = 101 325 Pa

Op metaalbarometers vind je vaak de eenheid millibar (mbar):
1 mbar = 100 Pa = 1 hPa

Een huisarts meet je bloeddruk in millimeter kwikdruk (mm Hg):
1 mm Hg = (afgerond) 133 Pa

Automonteurs, weerkundigen en artsen zijn gewend aan hun eigen drukeenheden. Dus blijven ze die gebruiken, ook al is dat best verwarrend.

VOORBEELDOPDRACHT 1

Een arts meet Antoinettes bloeddruk (figuur 6). Zij meet een bovenwaarde van 125 mm Hg en een onderwaarde van 78 mm Hg.
Bereken de bovenwaarde en de onderwaarde in Pa.

bovenwaarde = 125 × 133 Pa = 16 625 Pa
onderwaarde = 78 × 133 Pa = 10 374 Pa



figuur 6 Een arts meet de bloeddruk tijdens een sportkeuring.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Vul in.

a Alle lucht boven je in de atmosfeer heeft een behoorlijk ....

b De atmosfeer oefent .... uit op je lichaam en op het aardoppervlak.

c Met een .... kun je meten hoe groot de luchtdruk is.

d De luchtdruk ligt meestal ergens tussen .... mbar en .... mbar.

e Per definitie geldt dat 1 millibar gelijk is aan .... pascal.

f Hoe hoger je in de atmosfeer komt, hoe .... de luchtdruk is.

g Als je de druk in een band wilt meten, heb je een .... nodig.

2 Wat voor weer is het meestal:

a in een hogedrukgebied?

....

....

b in een lagedrukgebied?

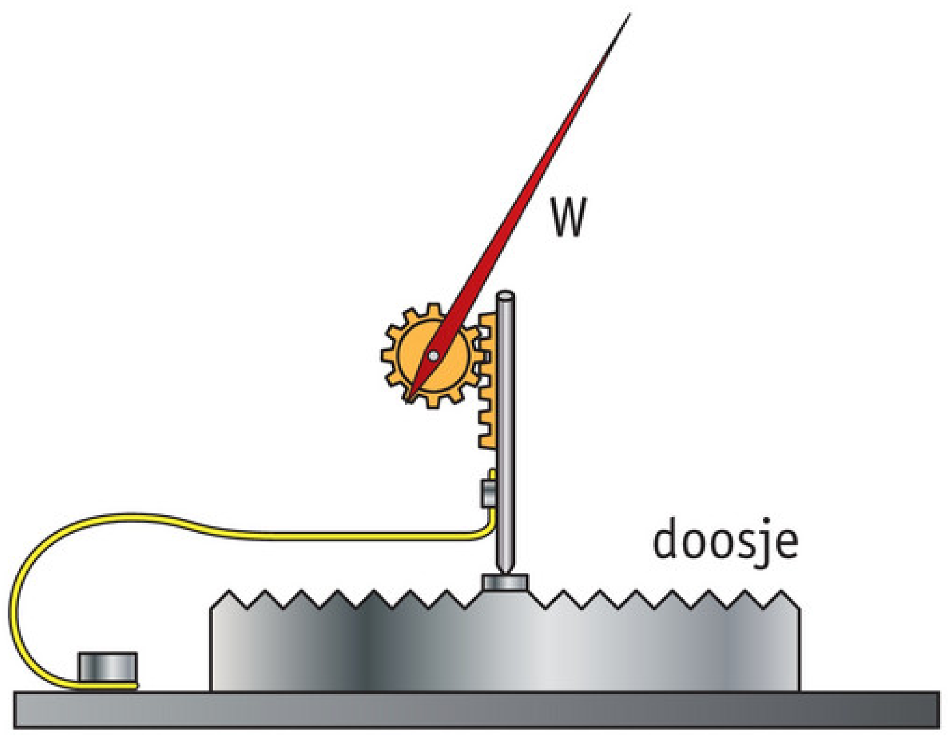
....

....

TOEPASSING

3 In figuur 7 zie je een vereenvoudigde tekening van een barometer. De luchtdruk is aan het stijgen.
Kies de juiste woorden.

a De bovenkant van het doosje beweegt *omhoog* / *naar beneden*.
b De wijzer W beweegt naar *links* / *rechts*.



figuur 7 Wat gebeurt er als de luchtdruk stijgt?

4 Zie de vaardigheid *Werken met grootheden en eenheden*.
Reken om en vul in.

a 970 mbar = ... Pa
b 1010 mbar = ... Pa
c 102 000 Pa = ... mbar
d 97 500 Pa = ... mbar
e 980 mbar = ... kPa
f 102,2 kPa = ... mbar

Meer oefening nodig met het *Omrekenen van eenheden*?
Ga naar de *Vaardigheidstrainer* in paragraaf 2 Luchtdruk.

5 Bekijk het weerkaartje in figuur 8. Hierin zie je lijnen (isobaren) waarop de luchtdruk overal dezelfde waarde heeft.

a Hoe hoog is de luchtdruk in het hogedrukgebied boven Oost-Europa?

....

....

....

b Hoe is het weer in dat gebied?

....

....

c Hoe hoog is de luchtdruk in het lagedrukgebied boven Ierland?

....

....

....

d Hoe is het weer in Engeland?

....

....

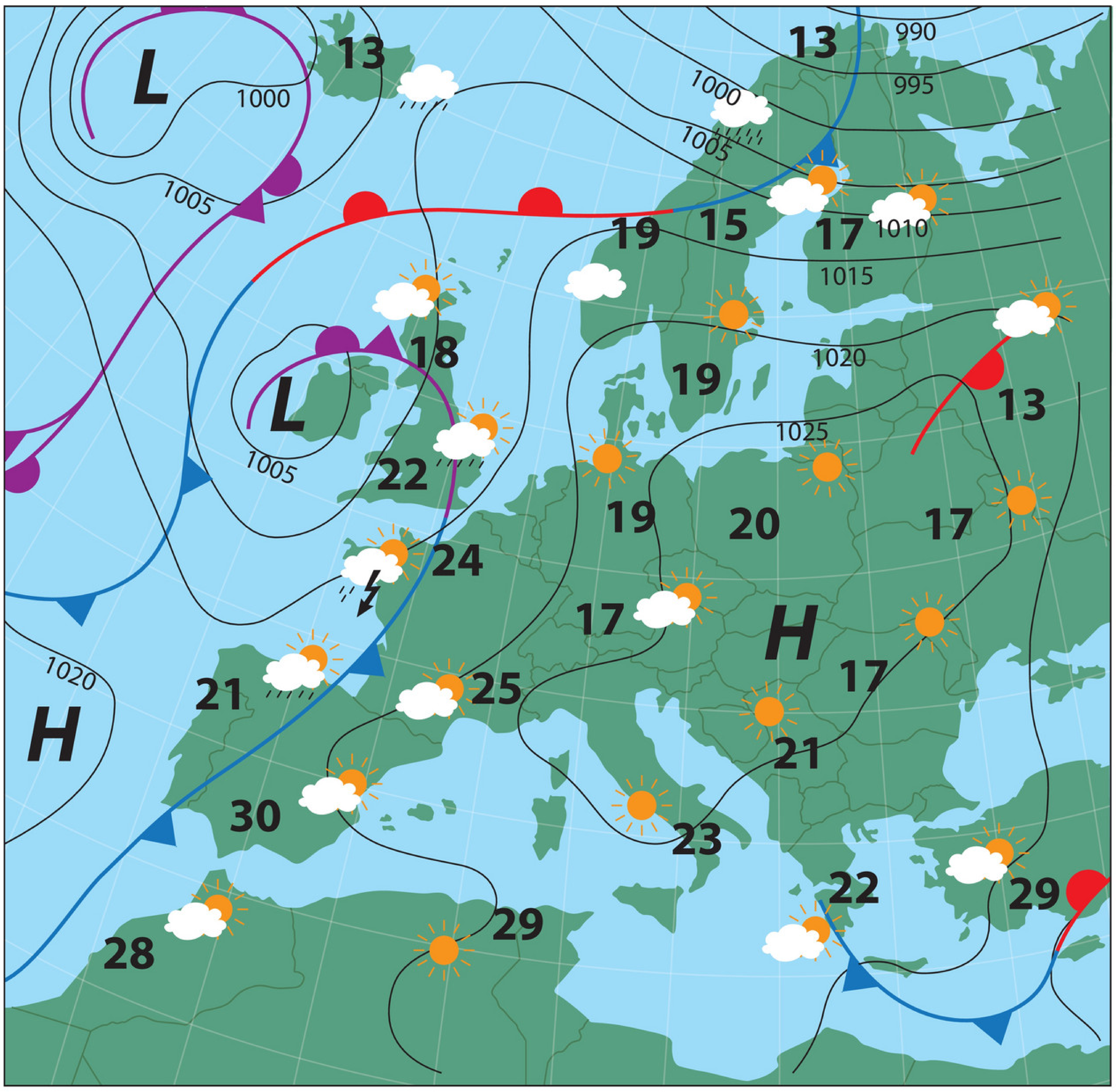
e Hoe hoog is de luchtdruk in Nederland?

....

f Stel dat de luchtdruk in Nederland hierna snel gaat dalen.
Hoe verandert het weer meestal in zo'n geval?

....

....



figuur 8 Een weerkaart van Europa.

6 Geef aan of de volgende beweringen waar of onwaar zijn.

a Hoe hoger je in de atmosfeer komt, des te kleiner is het aantal stikstof- en zuurstofmoleculen in een liter lucht. *waar / onwaar*

b De gasdruk in een duikfles ontstaat doordat enorme aantallen moleculen tegen de binnenwanden van de fles botsen. *waar / onwaar*

c Als een gas wordt samengeperst, worden de moleculen steeds kleiner zodat ze minder volume innemen. *waar / onwaar*

d Om de echte druk in een fietsband of autoband te vinden, moet je de luchtdruk aftrekken van de overdruk die de manometer aangeeft. *waar / onwaar*

★ 7 Met het apparaatje in figuur 9 kun je de druk in fietsbanden meten. In een advertentie wordt het apparaatje omschreven als een 'bandenspanningsmeter'.

a Wat is de natuurkundige naam voor zo'n apparaat? een ....

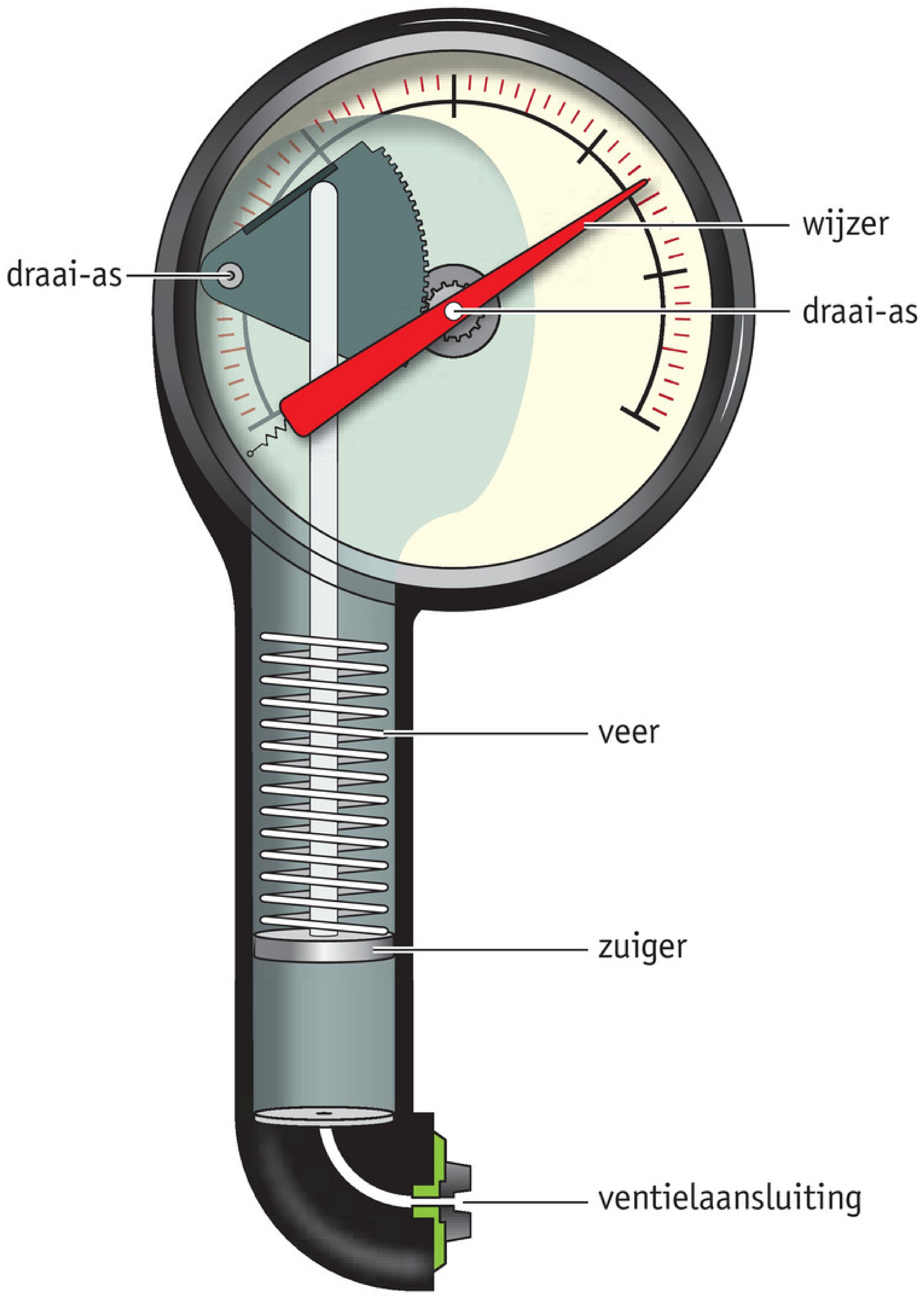
b De bandenspanningsmeter meet de overdruk in de fietsband.
Leg uit wat wordt bedoeld met de overdruk.

....

....

c Op den duur wordt de veer in de bandenspanningsmeter 'slap'. Dat betekent dat de kracht die de veer op de zuiger uitoefent, afneemt.
Heeft dit invloed op de druk die de meter aangeeft?

○ A Ja, de meter geeft dan een druk aan die te hoog is.
○ B Nee, de uitslag van de wijzer verandert dan niet.
○ C Ja, de meter geeft dan een druk aan die te laag is.



figuur 9 Een bandenspanningsmeter.

Werken als ballonpiloot **beroep**



Leon (35) heeft na het vmbo (gt) een opleiding tot Commercieel medewerker gedaan. Daarna werkte hij bijna tien jaar voor een technische groothandel. Sinds drie jaar heeft hij zijn eigen ballonbedrijf. Daar heeft hij flink voor moeten studeren: "Eerst moet je een hele serie theorie-examens afleggen, zoals weerkunde, navigatie, ballonvaren en materialen. Daarna moet je minstens 16 lesvaarten maken én solo vliegen. De kosten, zo'n 25 000 euro, zijn voor jezelf." Maar Leon had het er graag voor over. Nu kan hij zijn werk combineren met wat hij het allerliefste doet: ballonvaren.

8

Lees de tekst 'Werken als ballonpiloot'. Leon is eigenaar, directeur én eerste piloot van een ballonbedrijf. Voor een vlucht vertelt hij de passagiers waarom hij een barometer aan boord heeft: "Met een barometer kun je je hoogte bepalen. Als vuistregel kun je aannemen dat een drukverschil van 10 mbar overeenkomt met een hoogteverschil van 80 m. Dat is niet exact, maar voor de hoogte waarop wij vliegen, is het nauwkeurig genoeg."

In tabel 1 zie je hoe de druk de eerste vijf minuten van de ballonvaart afneemt.

a Bereken hoe groot het drukverschil elke keer is. Noteer de uitkomsten in de tabel.

b Bereken hoe groot de hoogte elke keer is. Noteer ook deze uitkomsten in de tabel.

c Stel dat de luchtdruk aan de grond daalt na het opstijgen van de ballon.
Wat betekent dat voor de hoogten die je bij a hebt berekend? Leg uit of de werkelijke hoogte dan groter of juist kleiner is.

....

....

....

....

....

....

....

tabel 1 Een ballonvaart.

tijd (min)	druk(mbar)	drukverschil (mbar)	hoogte (m)
0	1015	0	0
1	988	27	2,7 × 80 = 216
2	976		
3	970		
4	965		
5	962		

9

Roy gaat naar een tankstation om een van de banden van zijn auto op te pompen. Hij stopt met pompen als de wijzer op 2,4 bar (overdruk) staat. De luchtdruk is op dat moment 987 mbar.

a Reken de luchtdruk om in bar, op één cijfer achter de komma.

....

....

....

b Bereken hoe groot de absolute druk in de band is.

....

....

c Wat geeft de manometer aan als de band ‘leeg’ is?

....

....

....

★ 10

Kies steeds de juiste mogelijkheid.

a De druk van de lucht in je longen is gemiddeld *groter dan* / *even groot als* / *kleiner dan* de luchtdruk om je heen.

b Om in te ademen, maak je het volume van je longen *groter* / *kleiner*. De druk van de lucht in je longen wordt dan iets *groter* / *kleiner* dan de luchtdruk. Daardoor stroomt er lucht je longen *in* / *uit*.

c Om uit te ademen, maak je het volume van je longen *groter* / *kleiner*. De druk van de lucht in je longen wordt dan iets *groter* / *kleiner* dan de luchtdruk. Daardoor stroomt er lucht je longen *in* / *uit*.

EXTRA DRUKEENHEDEN

11 Gegevens over druk kun je niet goed vergelijken als de eenheden verschillend zijn. Je moet de gegevens dan eerst omrekenen naar dezelfde eenheid.

a Onderstreep de gegevens over druk in de volgende zinnen.

1. Op de barometer kon ik aflezen dat de luchtdruk 760 mm Hg was.
2. De banden van de bestelauto moesten worden opgepompt tot 3,8 atm.
3. De atmosferische druk op de planeet Mars is gemiddeld maar 7 mbar.
4. Een onderwaarde van 85 mm Hg voor je bloeddruk is heel normaal.
5. Op de top van de Mount Everest is de luchtdruk ongeveer 340 mbar.

b Reken alle gegevens om in Pa. Noteer de uitkomsten in tabel 2.

c Welke druk is het grootst?

....

d Welke druk is het kleinst?

....

tabel 2 Gegevens over druk.

zin	gegeven	omgerekend in Pa
1	760 mm Hg	
2		
3		
4		
5		

★ 12 Op de site www.bandopspanning.nl staat de volgende informatie.
“In Nederland wordt de bandenspanning in het algemeen weergegeven in de luchtdrukeenheid bar. 1 bar is 1 atmosfeer en dat is de druk van de buitenlucht.”

a Hoe wordt de bandenspanning in deze paragraaf genoemd?

....

b Klopt het dat 1 bar gelijk is aan 1 atm?

....

....

....

c Klopt de bewering op de site dat 1 bar de druk van de buitenlucht is?

....

....

....

....

d Kun je zeggen dat de informatie op de site www.bandopspanning.nl helemaal onjuist is?

....

....

....

Test je kennis met de *Test jezelf*.

3 Temperatuur

LEERDOELEN

2.3.1 Je kunt de onderdelen van een vloeistofthermometer benoemen en hun functie beschrijven.
2.3.2 Je kunt uitleggen wat een bimetaal is en op welke manier een bimetaalthermometer werkt.
2.3.3 Je kunt met het deeltjesmodel het verband tussen gasdruk en temperatuur toelichten.
2.3.4 Je kunt met het deeltjesmodel uitleggen wat wordt bedoeld met het absolute nulpunt.
2.3.5 Je kunt de temperatuur omrekenen van graden Celsius naar kelvin en omgekeerd.
EXTRA 2.3.6 Je kunt uitleggen waarom de gevoelstemperatuur soms sterk afwijkt van de echte temperatuur.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	2.3.1	2.3.2	2.3.3	2.3.4	2.3.5	2.3.6
Onthouden		1b	2abcd	1c	1ad	10ac
Begrijpen	3ab	3b, 5ab	7abc	8a	9ab	10b, 11ab
Toepassen	4ab	6		8b		11c
Analyseren						

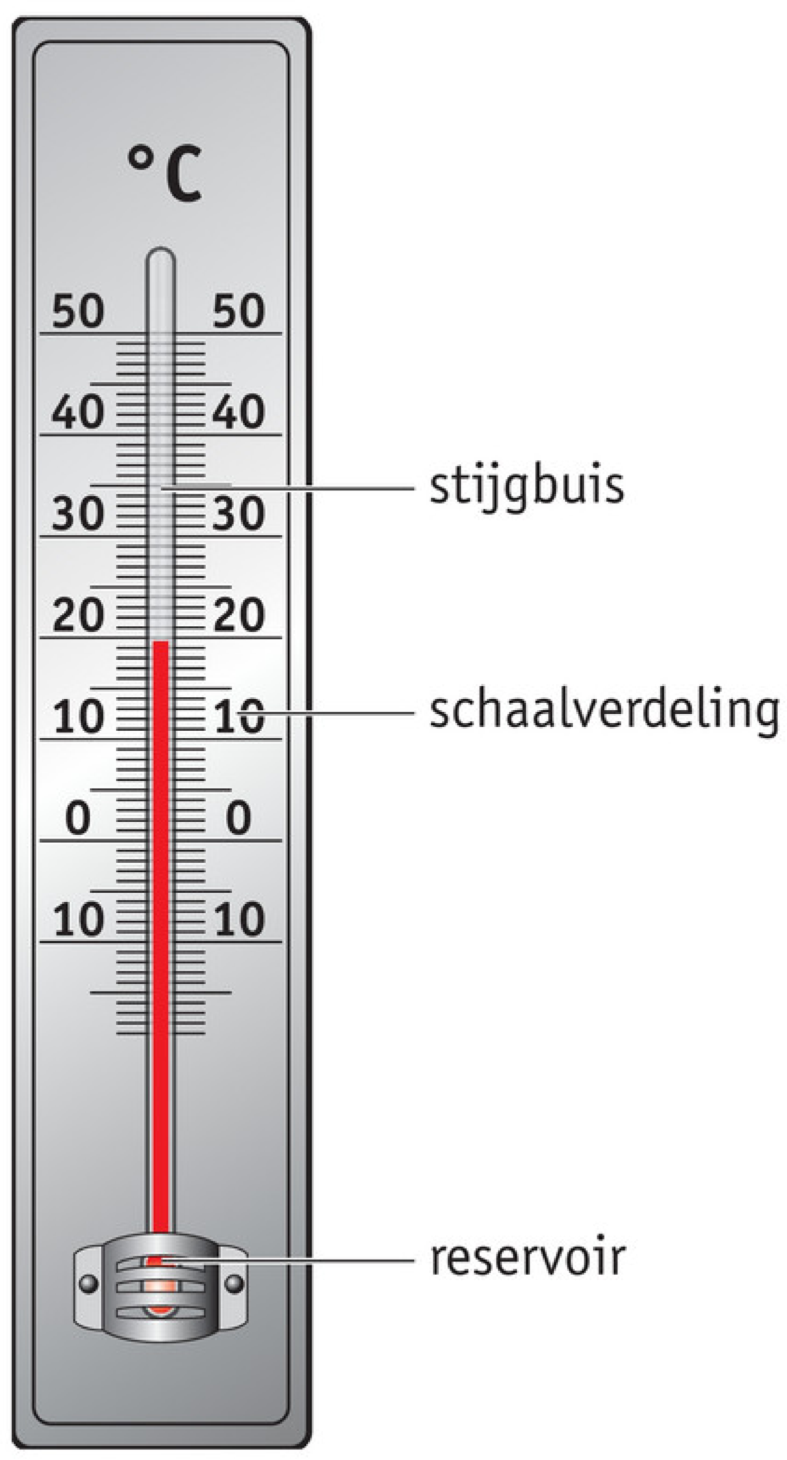
Op Antarctica werd eind juni 2018 een record gevestigd voor de laagste temperatuur op aarde: –98 °C. Tussen 2004 en 2016 werd meer dan 150 keer een temperatuur van 90 graden onder nul gemeten. Zou je zo'n lage temperatuur met een gewone thermometer kunnen meten?

DE TEMPERATUUR METEN

Een belangrijk gegeven voor weerkundigen is de temperatuur van de buitenlucht. Voor het meten van deze temperatuur kun je verschillende soorten **thermometers** gebruiken. In figuur 1 zie je een **vloeistofthermometer**. Zo'n thermometer bestaat uit een **reservoir** en een **stijgbuis** waarlangs een schaalverdeling is aangebracht. Het reservoir en een deel van de stijgbuis zijn gevuld met een vloeistof, meestal alcohol.

Als de temperatuur stijgt, zet de vloeistof uit en stijgt het vloeistofniveau in de buis. Als de temperatuur daalt, krimpt de vloeistof weer en daalt het vloeistofniveau. Omdat de stijgbuis erg nauw is, zie je de vloeistof al stijgen of dalen bij kleine temperatuurverschillen.

In het dagelijks leven worden thermometers gebruikt met een schaalverdeling in graden Celsius (°C). Bij het **ijken** van zo'n thermometer (het maken van de schaalverdeling) zet je eerst twee streepjes: één bij het smeltpunt van ijs (0 °C) en één bij het kookpunt van water (100 °C). Vervolgens verdeel je de afstand tussen de beide streepjes in honderd gelijke delen. Daarna kun je de schaalverdeling nog uitbreiden onder 0 °C en boven 100 °C, steeds met even grote tussenruimtes.



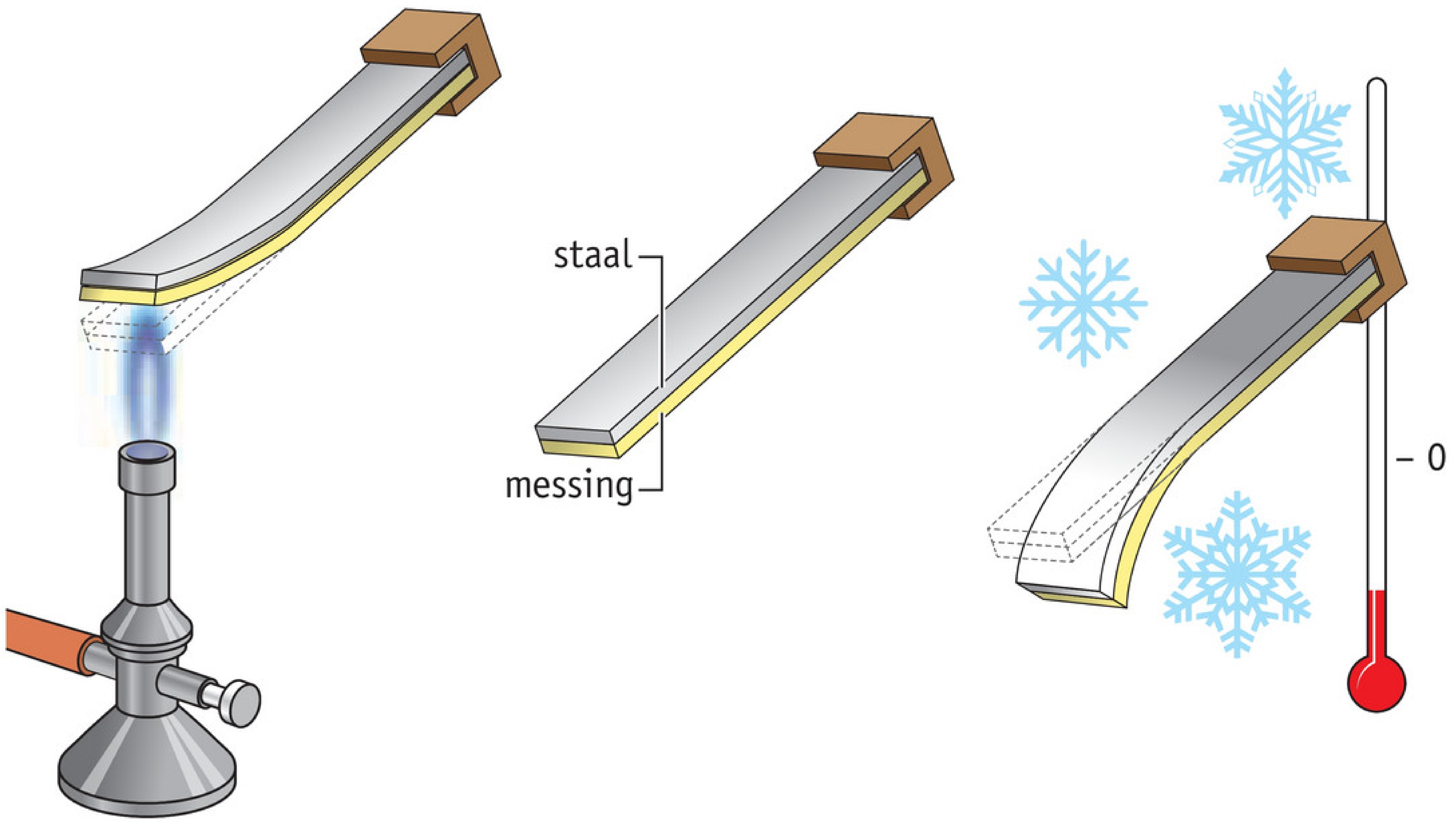
figuur 1 Een vloeistofthermometer.

ANDERE SOORTEN THERMOMETERS

PROEF 2

Een vloeistofthermometer werkt met een vloeistof die uitzet en inkrimpt. Er zijn ook thermometers die werken met een **bimetaal**. Een bimetaal bestaat uit twee strips van verschillende metalen die stevig aan elkaar zijn verbonden.

Als de temperatuur stijgt, zet de ene strip sterker uit dan de andere. Hierdoor trekt het bimetaal krom (figuur 2). Het metaal dat het meest uitzet vormt de ‘buitenbocht’. Als de temperatuur daalt, trekt het bimetaal ook krom, maar dan in tegenovergestelde richting. Zo kan het bimetaal een wijzer in beweging brengen die langs een schaalverdeling beweegt.



figuur 2 Het bimetaal trekt krom als de temperatuur stijgt (links) of daalt (rechts).

In figuur 3 zie je nog een derde meetinstrument waarmee je de temperatuur kunt meten. Dat is een **elektronische thermometer**. Zo’n thermometer bevat een schakeling die reageert op veranderingen van temperatuur. Op basis daarvan wordt de temperatuur bepaald en weergegeven op een display.



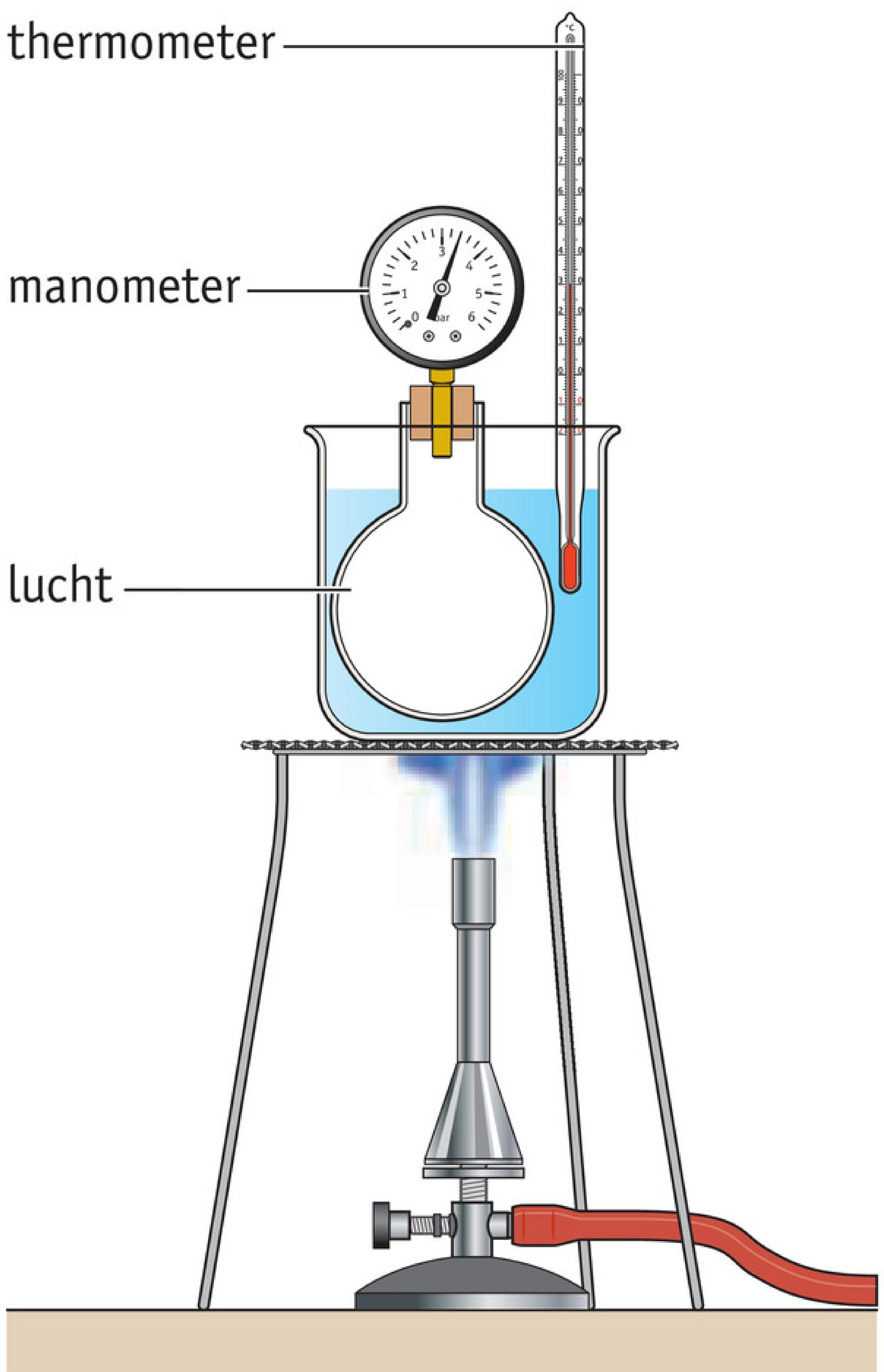
figuur 3 Een elektronische thermometer geeft temperatuur aan.

GASDRUK EN TEMPERATUUR

De temperatuur heeft invloed op de gasdruk in een afgesloten ruimte. Dat kun je beredeneren met het deeltjesmodel. Als de temperatuur van het gas stijgt, gaan de moleculen steeds sneller bewegen. De moleculen botsen daardoor vaker en met een grotere snelheid tegen de wanden. Het gevolg is dat de gasdruk toeneemt. Omgekeerd neemt de gasdruk af als de temperatuur weer daalt.

Met de opstelling in figuur 4 kun je het verband meten tussen de temperatuur en de gasdruk. Met de manometer meet je de druk van de lucht in de kolf. Met de thermometer

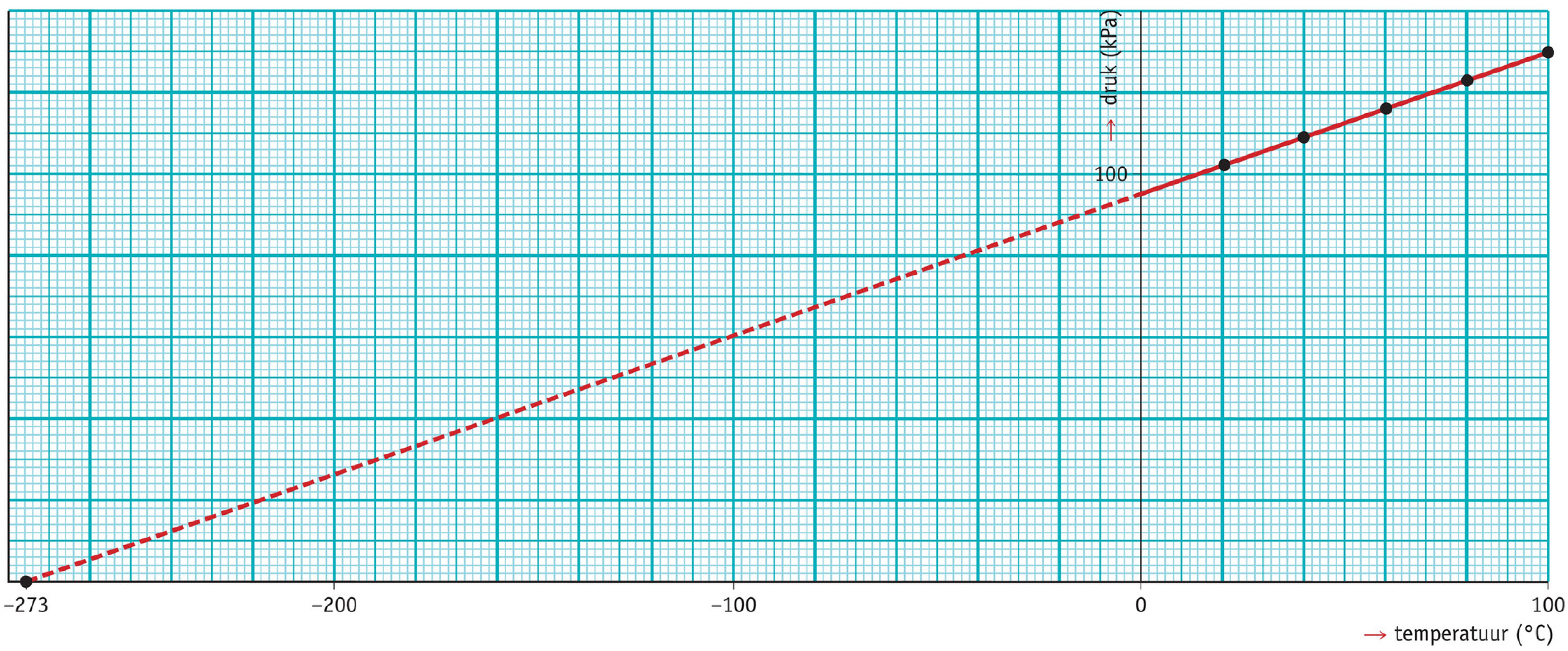
meet je de temperatuur. Uit deze proef blijkt dat de druk gelijkmatig groter wordt als de temperatuur stijgt. Uit de toename van de gasdruk kun je eenvoudig afleiden met hoeveel graden de temperatuur is gestegen.



figuur 4 Een proef met lucht in een afgesloten ruimte.

HET ABSOLUTE NULPUNT

Hoe verandert de gasdruk als de temperatuur steeds lager wordt? In figuur 5 is getekend wat er dan gebeurt. Als je de lijn door de meetpunten naar links doortrekt, zie je dat de gasdruk bij −273 °C nul wordt. Natuurkundigen hebben ontdekt dat de temperatuur onmogelijk lager kan worden: −273 °C is de laagst mogelijke temperatuur, het **absolute nulpunt**.



figuur 5 Het verband tussen de temperatuur en de gasdruk.

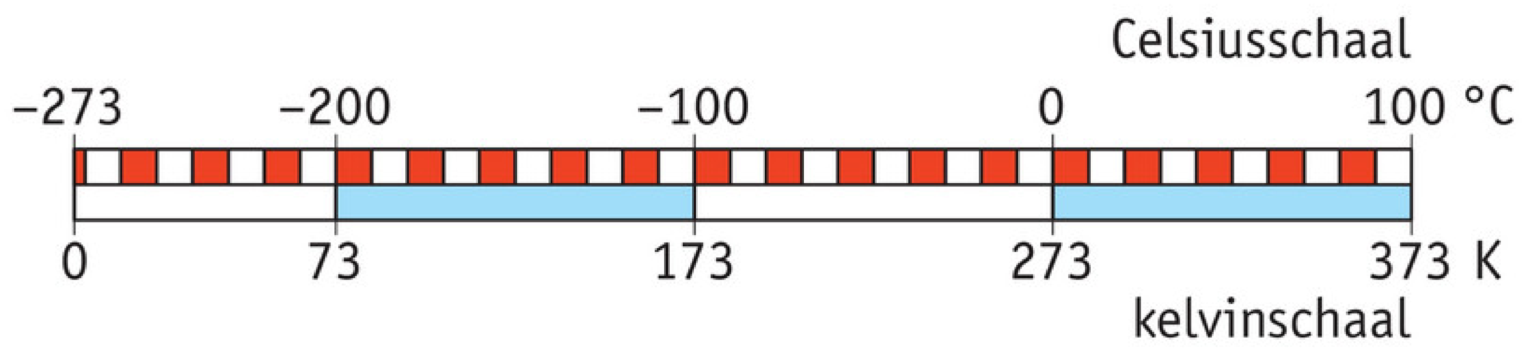
Met het deeltjesmodel kun je uitleggen waarom er een allerlaagste temperatuur bestaat. Als je een gas afkoelt, bewegen de moleculen gemiddeld steeds langzamer. Op een gegeven moment komen de moleculen tot stilstand. Ze botsen dan niet meer tegen de wanden van de ruimte. De gasdruk is dan nul geworden. Lager kan de druk – en kan ook de temperatuur – onmogelijk worden.

Een temperatuur van −273 °C kun je je moeilijk voorstellen. Zelfs op de koudste plaatsen op aarde blijft de temperatuur daar ver boven. De laagste temperatuur die weerkundigen ooit hebben gemeten, is −98 °C. Dat is altijd nog 175 °C boven het absolute nulpunt. Alleen in laboratoria kun je met slimme technieken de temperatuur laten dalen tot bijna het absolute nulpunt.

DE KELVINSCHAAL

In de natuurkunde wordt bij het meten van temperatuur vaak de **kelvinschaal** gebruikt. Deze temperatuurschaal lijkt veel op de schaal van Celsius. De graden zijn precies even groot. De kelvinschaal heeft alleen een ander nulpunt: niet het smeltpunt van water, zoals bij de schaal van Celsius, maar het absolute nulpunt. Een temperatuur van −273 °C komt dus overeen met 0 K.

Om de temperatuur in kelvin (K) te vinden, moet je 273 optellen bij de temperatuur in graden Celsius. Het absolute nulpunt (−273 °C) is dus 0 K. Dat betekent dat 0 °C overeenkomt met 273 K, en 100 °C met 373 K. Om van kelvin terug te rekenen naar graden Celsius, moet je 273 van de temperatuur in kelvin aftrekken (figuur 6).



figuur 6 Twee temperatuurschalen: boven Celsius, onder kelvin.

VOORBEELDOPDRACHT 1

In *BINAS* staat dat het kookpunt van alcohol (ethanol) 351 K is.
Hoeveel graden Celsius is dat?

gegevens kookpunt in kelvin = 351 K

gevraagd kookpunt in graden Celsius = ?

uitwerking kookpunt in graden Celsius = kookpunt in kelvin − 273
kookpunt in graden Celsius = 351 − 273 = 78 °C

Het kookpunt van alcohol is 78 °C.

EXTRA GEVOELSTEMPERATUUR

Als het koud weer is, kan je lichaam snel afkoelen. Dat ligt niet alleen aan de temperatuur. Het is ook belangrijk hoe hard het waait. Hoe groter de windsnelheid, hoe meer warmte je lichaam kwijtraakt. Daardoor voelt −5 °C bij harde wind even koud aan als −18 °C bij rustig weer. In het weerbericht wordt in zo'n geval gezegd: "De gevoelstemperatuur is vandaag 18 graden onder nul."

De gevoelstemperatuur wordt alleen in het weerbericht vermeld als het echt flink koud is, zoals bij een gevoelstemperatuur van −15 °C of lager (figuur 7). Vanaf die waarde bestaat het risico dat onbedekte lichaamsdelen bevriezen. Als de gevoelstemperatuur onder −20 °C ligt, kunnen ook warm geklede mensen gemakkelijk door de kou worden bevangen. Voor een goede bescherming heb je dan extra winddichte kleding nodig.



figuur 7 Bij harde wind voelt −5 °C even koud aan als −18 °C bij rustig weer.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1

a De temperatuurschaal van Celsius heeft twee vaste punten:

- Het lage punt (0 °C) is het .... van ijs.
- Het hoge punt (.................... °C) is het .... van water.

b Een .... bestaat uit twee strips van verschillende metalen. Als de .... stijgt, zet de ene strip sterker uit dan de andere.

c De temperatuur kan onmogelijk lager worden dan .... °C; deze temperatuur wordt het .... nulpunt genoemd.

d Om de temperatuur in .... te vinden, moet je 273 optellen bij de temperatuur in graden ....

2

a Gas dat in een ruimte zit opgesloten, oefent .... uit op de wanden van die ruimte.

b Als de temperatuur van het gas stijgt, gaan de moleculen .... bewegen.

c De moleculen botsen daardoor .... en met een grotere .... tegen de wanden.

d Het gevolg is dat de gasdruk ....

TOEPASSING

3

Zie de vaardigheid *Meetinstrumenten aflezen*.
In figuur 8 zie je foto's van drie verschillende thermometers.

a Noteer de temperatuur die elke thermometer aangeeft.

thermometer a: .... °C

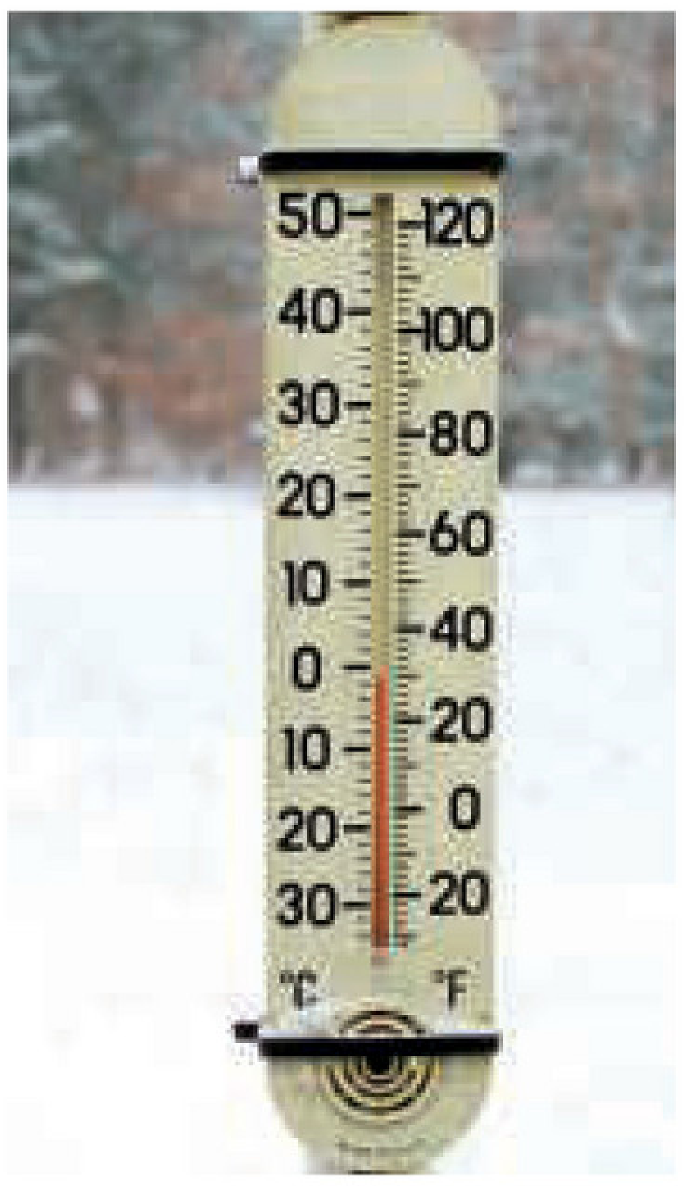
thermometer b: .... °C

thermometer c: .... °C

b Kies steeds de juiste mogelijkheid.

- Thermometer a is een *bimetaalthermometer* / *vloeistofthermometer*.
- Thermometer b is een *bimetaalthermometer* / *vloeistofthermometer*.
- Thermometer c is een *bimetaalthermometer* / *vloeistofthermometer*.

figuur 8 Drie verschillende thermometers.



a een weerthermometer



b een oventhermometer



c een laboratoriumthermometer

★ 4

In een instrumentenfabriek wordt tot nu toe één model thermometer gemaakt. De directie besluit een nieuw, groter model op de markt te brengen. Bij dit nieuwe model moet de afstand tussen de graadstrepen groter zijn dan in het huidige model.
Wat kan een ontwerper doen om de afstand tussen de graadstrepen groter te maken?

a Hij kan de stijgbuis *nauwer* / *wijder* maken dan in het huidige model.

b Hij kan het reservoir *groter* / *kleiner* maken dan in het huidige model.

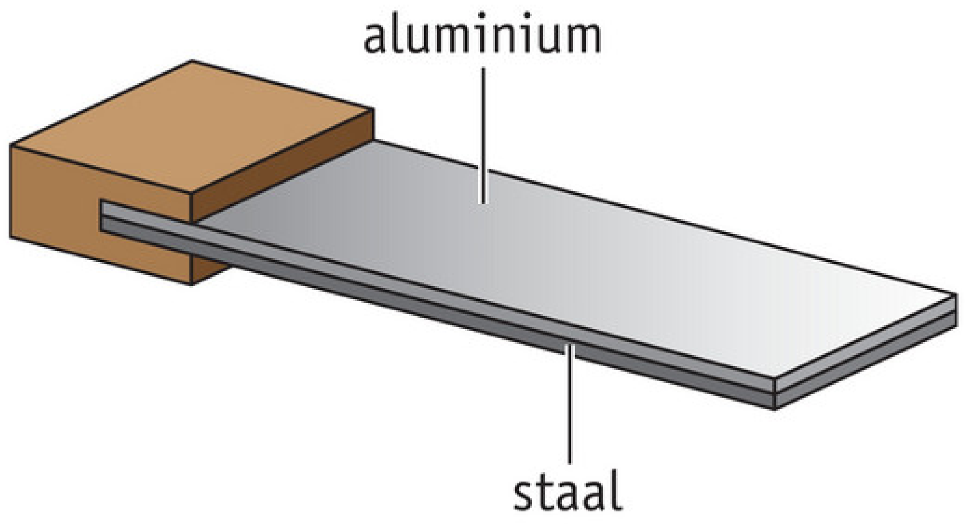
5 Het bimetaal in figuur 9 is gemaakt van aluminium en staal.
Per graad temperatuurstijging (°C) zet aluminium 2× zo veel uit als staal.

a In welke richting zal het bimetaal kromtrekken als je het verhit met een brander?
Het zal naar *beneden* / *boven* kromtrekken.

b Leg uit hoe je aan je antwoord bij opdracht a bent gekomen.

....

....



figuur 9 Een bimetaal.

6 In figuur 10 is een bimetaalthermometer getekend.
Kleur het metaal dat bij verwarming het meest uitzet, rood.



figuur 10 Een bimetaalthermometer.

7 Leg uit.

a Waarom kun je een fiets met hard opgepompte banden beter niet in de felle zon laten staan?

....

....

b Waarom is het onverstandig om een spuitbus vlak achter de achterruit van een auto te laten liggen?

....

....

....

c Waarom vormen gasflessen een gevaar voor brandweermensen die een brand moeten blussen, ook als het gas in de flessen niet brandbaar is?

....

....

8 Er is wel een laagste temperatuur, maar er bestaat geen hoogste temperatuur.

a Leg met het deeltjesmodel uit waarom er wel een laagste temperatuur is.

....

....

....

....

b Leg met het deeltjesmodel uit waarom er geen hoogste temperatuur is.

....

....

....

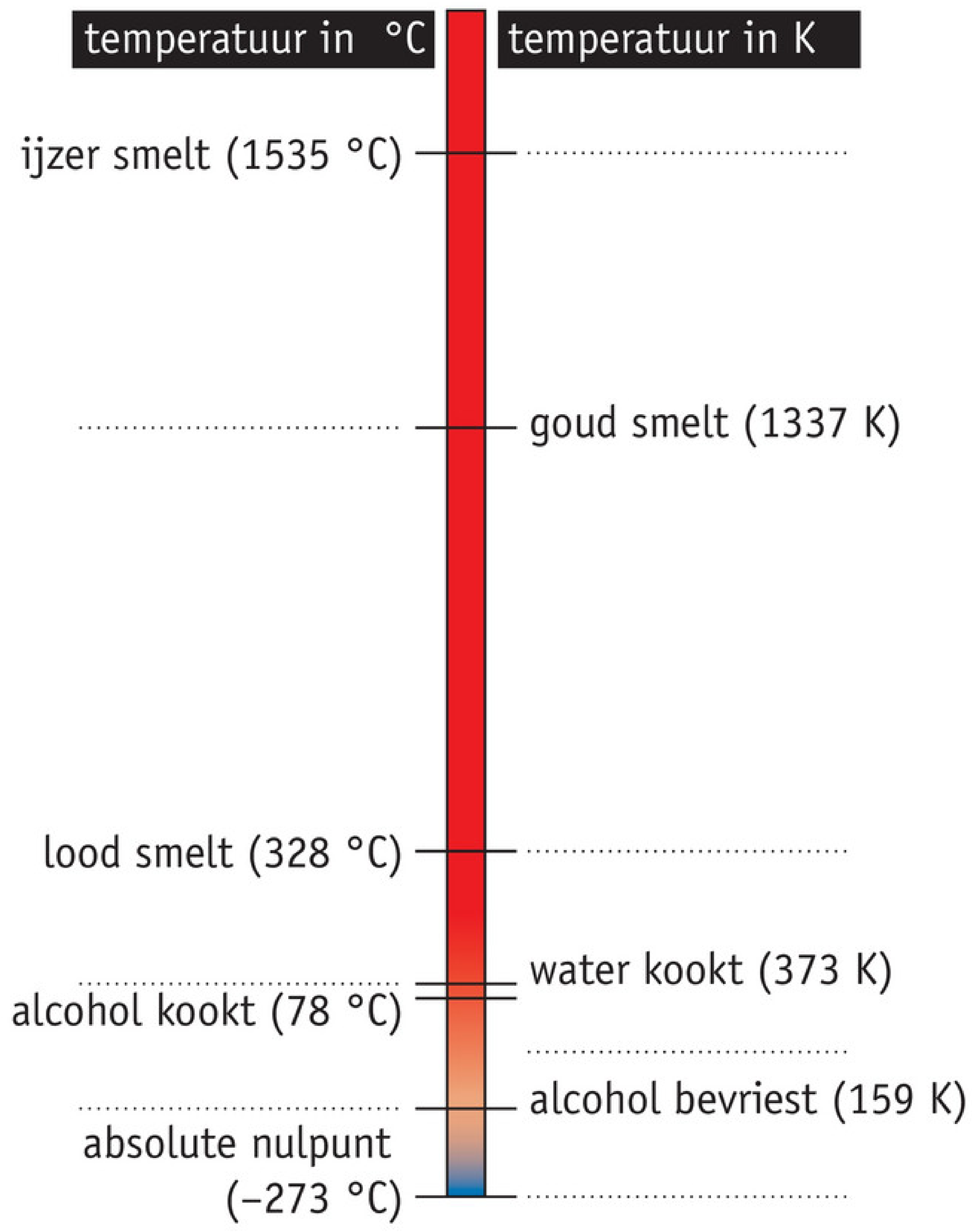
....

9 Zie vaardigheid 7 *Werken met grootheden en eenheden*.

In figuur 11 zie je een temperatuurschaal, met links gegevens in °C en rechts gegevens in K.

a Reken de temperaturen in °C om in K. Noteer de waarde in K rechts van de waarde in °C.

b Reken de temperaturen in K om in °C. Noteer de waarde in °C links van de waarde in K.



figuur 11 Je kunt de temperatuur zowel in °C als in K weergeven.

Meer oefening nodig met het *Omrekenen van temperatuur*?
Ga naar de *Vaardigheidstrainer* in paragraaf 3 Temperatuur.

EXTRA GEVOELSTEMPERATUUR

10 Leg uit.

a Uit welke meetgegevens kun je afleiden hoe groot het bevriezingsgevaar bij koud weer is?

....

....

....

....

b Wat wordt precies bedoeld met 'de gevoelstemperatuur'?

....

....

....

....

c Waarom wordt de gevoelstemperatuur pas in het weerbericht vermeld vanaf −15 °C?

....

....

....

11 Op woensdag 1 maart waarschuwde de zender RTV Utrecht voor snijdende kou. Lees het bericht in figuur 12 over het verband tussen de wind en de lage gevoelstemperatuur.

a Hoe groot was het verschil tussen de echte temperatuur en de gevoelstemperatuur op 1 maart?

....

....

....

b Wat kun je uit de tabel afleiden over de windsnelheid op die dag?

....

....

....

....

c Op 1 maart reed Jasper op zijn elektrische fiets naar school, tegen de wind in. Bovendien veroorzaakte hij nog een extra tegenwind door zijn eigen snelheid (25 km/h). De temperatuur van de lucht was op dat moment nog −5 °C.
Leg uit hoe hoog de gevoelstemperatuur voor Jasper was tijdens zijn fietstocht.

....

....

....

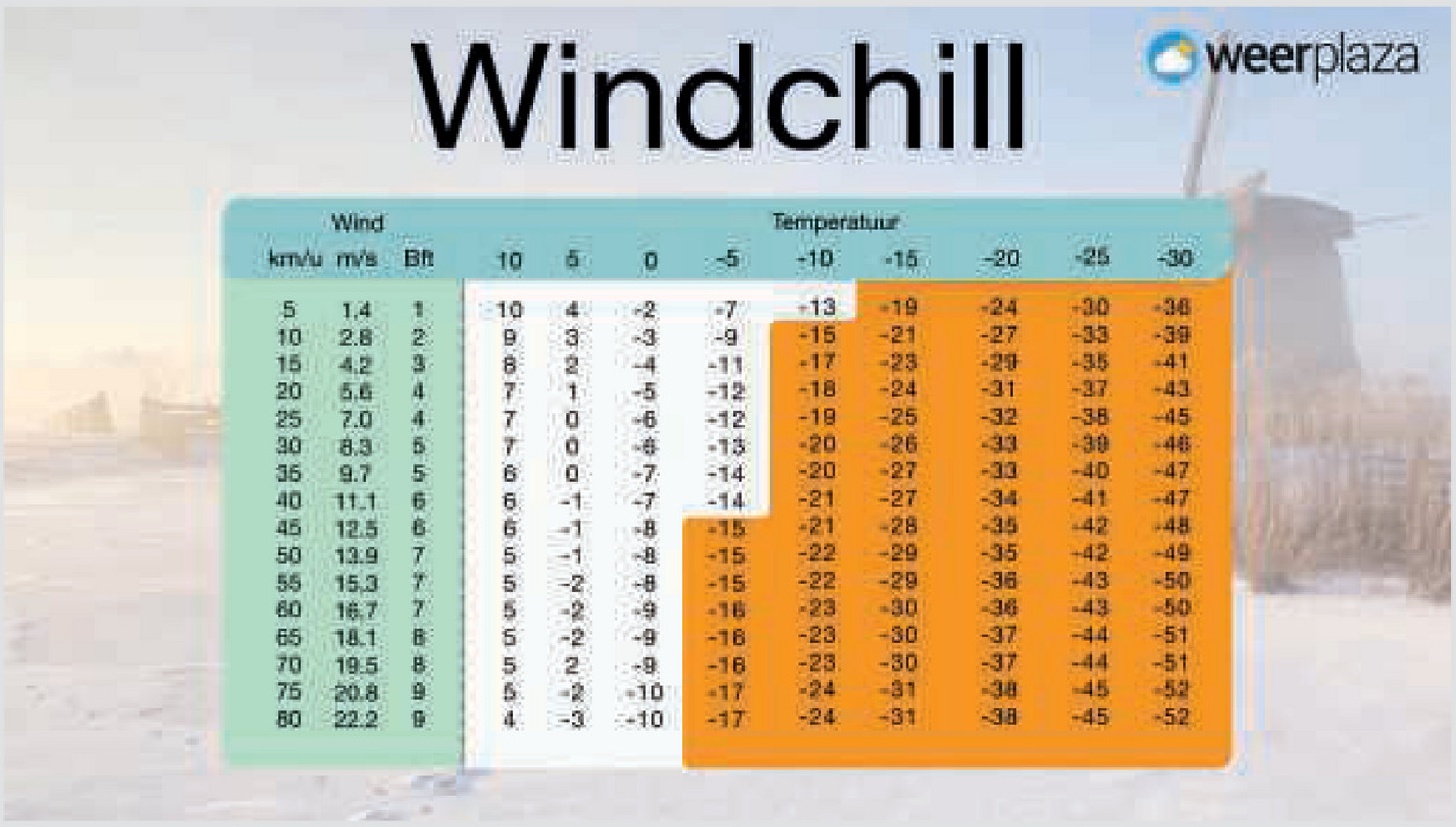
....

....

....

DEZE OCHTEND EXTREEM LAGE GEVOELS-TEMPERATUUR

PROVINCIE UTRECHT – Het wordt stervenskoud in de nacht van woensdag op donderdag. Volgens het KNMI zakt de temperatuur in onze provincie tot min 5 graden, maar door sterke wind daalt de gevoelstemperatuur tot min 15 graden of zelfs lager.
Het weerbureau omschrijft dat als snijdende kou en heeft daarom code geel afgekondigd. Mensen moeten goed oppassen dat ze buiten niet onderkoeld raken. De kou-waarschuwing blijft van kracht tot donderdagochtend 11.00 uur.



Wind			Temperatuur								
km/u	m/s	Bft	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
5	1.4	1	10	4	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36
10	2.8	2	9	3	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39
15	4.2	3	8	2	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41
20	5.6	4	7	1	-5	-12	-18	-24	-31	-37	-43
25	7.0	4	7	0	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-45
30	8.3	5	7	0	-6	-13	-20	-26	-33	-39	-46
35	9.7	5	6	0	-7	-14	-20	-27	-33	-40	-47
40	11.1	6	6	-1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-47
45	12.5	6	6	-1	-8	-15	-21	-28	-35	-42	-48
50	13.9	7	5	-1	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49
55	15.3	7	5	-2	-8	-15	-22	-29	-36	-43	-50
60	16.7	7	5	-2	-9	-16	-23	-30	-36	-43	-50
65	18.1	8	5	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51
70	19.5	8	5	2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51
75	20.8	9	5	-2	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52
80	22.2	9	4	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52

Figuur 12 Windchill.

Test je kennis met de *Test jezelf*.

4 Wolken en onweer

LEERDOELEN

2.4.1 Je kunt met behulp van een grafiek bepalen hoe hoog het dauwpunt is.
2.4.2 Je kunt uitleggen van welke factor de hoogte van het dauwpunt afhangt.
2.4.3 Je kunt stap voor stap beschrijven op welke manier stapelwolken ontstaan.
2.4.4 Je kunt het verschil beschrijven tussen mooiweerwolken en buienwolken.
2.4.5 Je kunt beschrijven op welke manier de bliksem en de donder ontstaan.
EXTRA 2.4.6 Je kunt berekenen hoe groot de luchtvochtigheid is (in procenten).

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	2.4.1	2.4.2	2.4.3	2.4.4	2.4.5	2.4.6
Onthouden		1abcd, 2c	2abd	8a	3	12b
Begrijpen			4abc	7c, 8b		10, 12a
Toepassen	6abc, 7a	4d, 5				11, 12c
Analyseren	7b		7b			

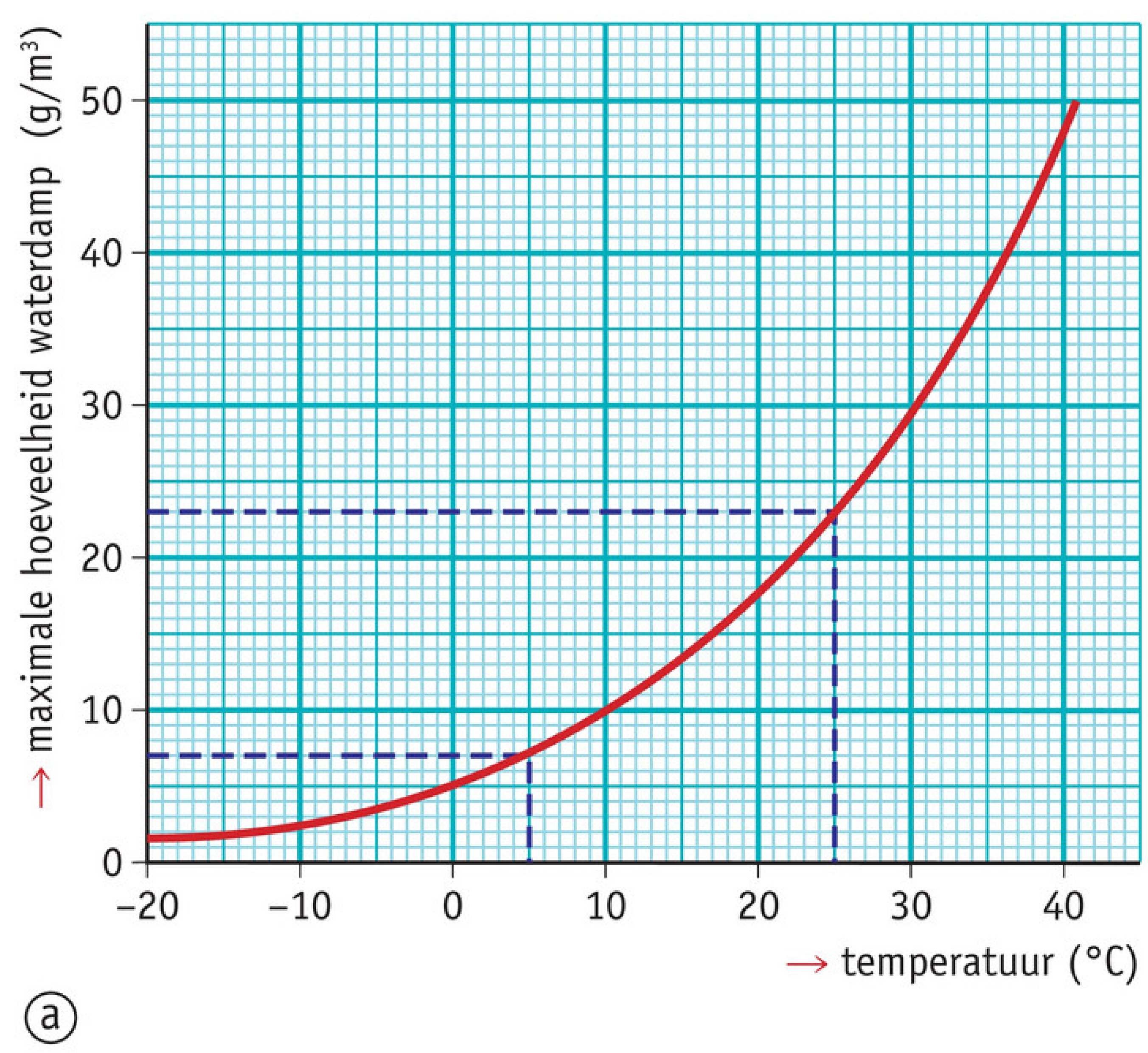
Als het buiten koud is, zie je steeds een wolkje uit je mond komen. Waaruit bestaat zo'n wolkje? En waarom zie je niets uit je mond komen als het warmer weer is?

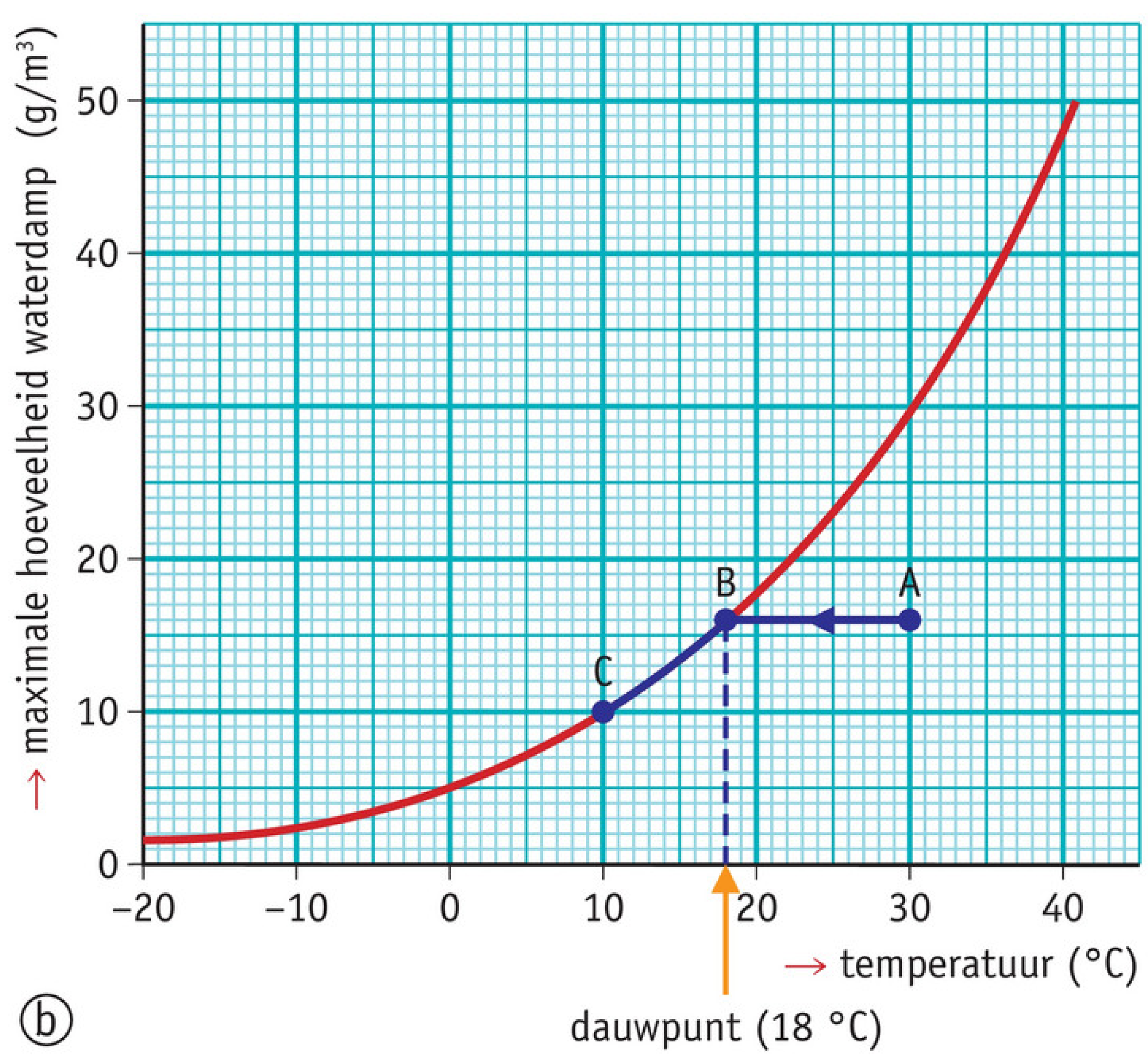
HET DAUWPUNT

In Nederland bevat de lucht om je heen altijd wel waterdamp: de ene keer wat meer, de andere keer wat minder. Hoe hoger de temperatuur is, hoe meer waterdamp de lucht kan bevatten. Daarom blaast een wasdroger warme lucht door het natte wasgoed. Het wasgoed droogt sneller doordat warme lucht meer waterdamp kan opnemen dan koude lucht.

In figuur 1a is het verband getekend tussen de temperatuur en de maximale hoeveelheid waterdamp in 1 m^3 lucht. Als de temperatuur 25 °C is, dan kan 1 m^3 lucht maximaal 23 g waterdamp bevatten. Als de temperatuur 5 °C is, dan is de maximale hoeveelheid 7 g waterdamp per m^3. Met andere woorden: 1 m^3 lucht van 25 °C kan 16 gram meer waterdamp bevatten dan 1 m^3 lucht van 5 °C.

figuur 1 Het verband tussen de temperatuur en de maximale hoeveelheid waterdamp.





Als lucht afkoelt, zal de waterdamp in de lucht op een gegeven moment gaan condenseren. De temperatuur waarbij dat gebeurt, noem je het **dauwpunt**. Deze temperatuur is niet altijd even hoog. Hoe minder waterdamp de lucht bevat, des te lager ligt het dauwpunt.

In figuur 1b zie je een voorbeeld. Lucht van 30 °C met 16 g waterdamp per m^3 (punt A) koelt 's avonds af. Bij 18 °C is het dauwpunt bereikt (punt B). De lucht bevat nu de maximale hoeveelheid waterdamp. Als de lucht nog verder afkoelt, condenseert een deel van de waterdamp. Bij 10 °C bevat de lucht nog 10 g waterdamp per m^3 (punt C). Uit elke m^3 lucht is 16 − 10 = 6 g waterdamp gecondenseerd.

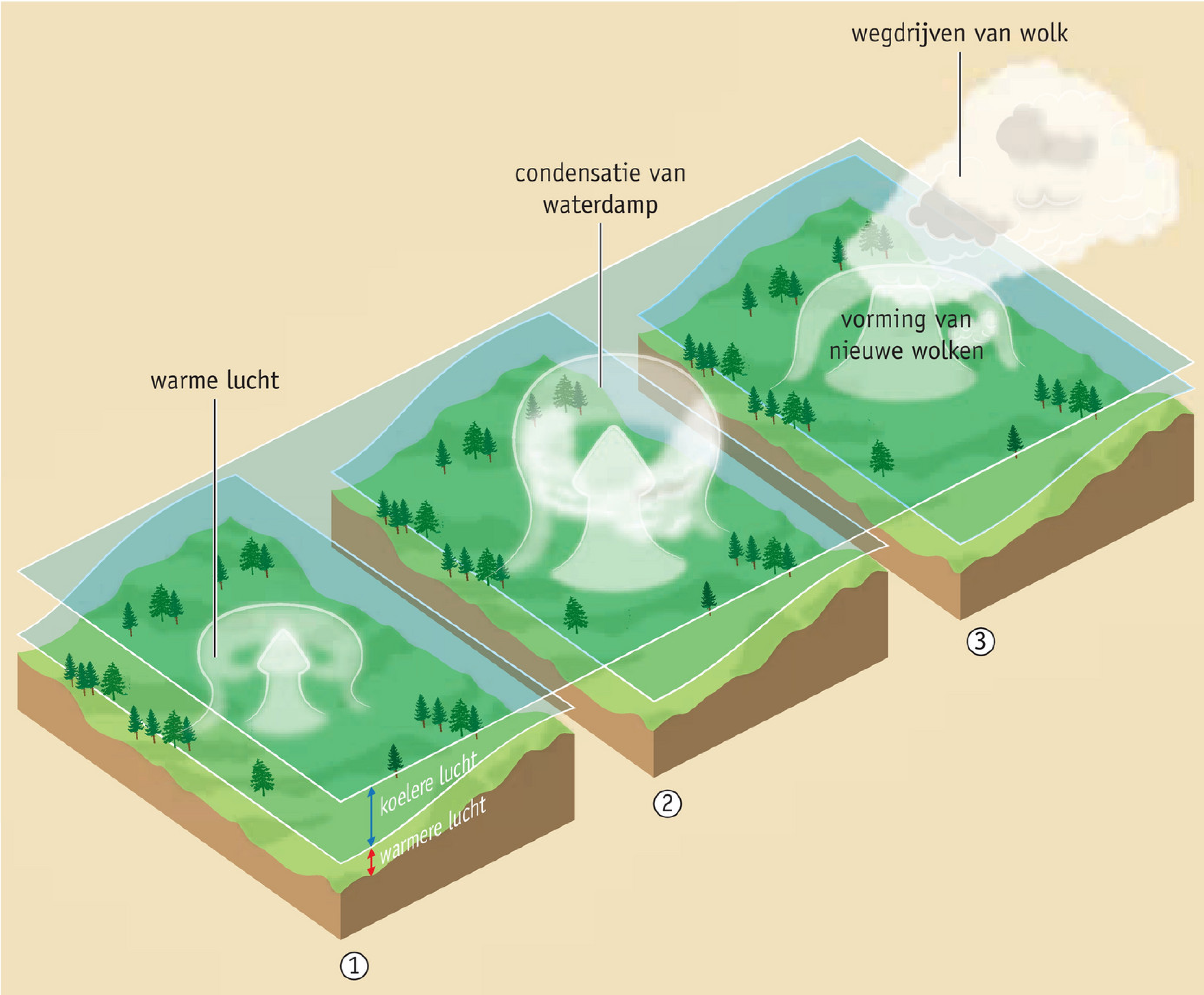
VOORBEELDOPDRACHT 1

Midden op de dag bevat de lucht 7 g waterdamp per m^3 bij een temperatuur van 23 °C. Hoe laag moet de temperatuur 's nachts worden voordat het begint te dauwen?

Uit de grafiek blijkt dat als de lucht 7 g waterdamp per m^3 bevat, het dauwpunt 5 °C is. Het zal dus gaan dauwen als de temperatuur daalt tot 5 °C.

HET ONTSTAAN VAN STAPELWOLKEN

Als de zon het aardoppervlak verwarmt, wordt de bodem op de ene plaats warmer dan op de andere plaats. Een kale zandvlakte wordt bijvoorbeeld heter dan een bosgebied. Op plaatsen waar de grond warmer is, wordt de lucht vlak boven de grond ook warmer. Zo ontstaan grote bellen met warme lucht (figuur 2).



figuur 2 Zo ontstaat een stapelwolk.

Lucht die warm wordt, zet uit. Daardoor hebben de bellen met warme lucht een kleinere dichtheid dan de omringende, koudere lucht. Het gevolg is dat de bellen warme lucht omhoog bewegen, alsof het onzichtbare heteluchtballonnen zijn.

Tijdens het stijgen zet de lucht in een bel uit en koelt af. Op een gegeven moment daalt de temperatuur tot onder het dauwpunt. De waterdamp in de luchtbel begint dan te condenseren. Er ontstaan heel kleine waterdruppels. De luchtbel wordt nu zichtbaar; er is een stapelwolk ontstaan.

Een stapelwolk is aan de onderkant meestal vlak. Op die hoogte ligt het **condensatieniveau**: de hoogte waarop de waterdamp begint te condenseren. De toppen van de stapelwolk geven aan hoe hoog de bellen met warme lucht zijn gestegen.

MOOIWEERWOLKEN EN BUIENWOLKEN

Soms is de temperatuur in de opstijgende luchtbellen niet veel hoger dan die van de omringende lucht. Zo'n luchtbel stijgt dan langzaam en bereikt geen grote hoogte. Je krijgt dan een echte mooiweerwolk (figuur 3). In zo'n wolk stroomt de lucht rustig.



figuur 3 Mooiweerwolken.

Als de opstijgende lucht veel warmer is dan de omringende lucht, kunnen de luchtbellen een grote hoogte bereiken. Je krijgt dan grote wolken met een donkere onderkant (figuur 4). Boven in de wolken vormen zich ijskristallen. De ijskristallen groeien tot ze te zwaar zijn om door de opstijgende lucht te worden meegenomen. Ze vallen dan uit de wolk naar beneden.



figuur 4 Buienwolken.

Vaak smelten de ijskristallen voordat ze de aarde bereiken. In dat geval valt er regen. Als de luchttemperatuur 's winters onder 0 °C ligt, bereiken de ijskristallen het aardoppervlak zonder te smelten: dan sneeuwt of hagelt het.

ONWEER

Onweersbuien ontstaan wanneer bellen met warme, vochtige lucht snel opstijgen. Je krijgt dan grote onweerswolken die meer dan 10 km hoog kunnen worden. De lucht in een onweerswolk is sterk in beweging. Warme lucht stijgt op en koude lucht met hagel en regen valt naar beneden. IJskristallen en waterdruppels botsen en bewegen langs elkaar.

Het gevolg is dat de wolk elektrisch wordt geladen. Tussen de onderkant van een onweerswolk en de aarde ontstaat een hoge spanning, die kan oplopen tot honderden miljoenen volt. Dat is genoeg om een enorme vonk – een **bliksemstraal** – te laten overspringen van de wolk naar de aarde (figuur 5). Een korte, maar hevige stroomstoot zorgt ervoor dat de onweerswolk gedeeltelijk wordt ontladen.



figuur 5 Een onweerswolk wordt verlicht door de bliksem.

Door de grote stroomsterkte kan de temperatuur in een bliksemstraal sterk oplopen, tot wel 30 000 °C. Door de enorme hitte zet de lucht rond het pad van de bliksem in korte tijd sterk uit. Daardoor ontstaat een geluidsgolf die zich in alle richtingen verspreidt. Dit geluid – en even later ook de echo's ervan – hoor je als de **donder**.

EXTRA LUCHTVOCHTIGHEID

Op een warme dag produceren de zweetklieren in je huid veel zweet. Doordat het zweet verdampt, koel je af en heb je minder last van de warmte. Als de lucht weinig waterdamp bevat, verdampt het zweet snel. Je krijgt het dan niet te warm. Als de lucht veel waterdamp bevat, verdampt het zweet langzaam. Je krijgt het dan erg warm en je huid voelt klam aan.



figuur 6 Een hygrometer.

Met een hygrometer kun je de luchtvochtigheid meten. De schaal op die meter loopt van 0% tot 100% (figuur 6). Een luchtvochtigheid van 100% betekent dat de lucht de maximale hoeveelheid waterdamp bevat. Bij een temperatuur van 29 °C is dat bijvoorbeeld 30 gram waterdamp per m^3.
Het is dan 'erg drukkend weer'.

De luchtvochtigheid is 50% als de lucht de helft van de maximale hoeveelheid waterdamp bevat. Bij een temperatuur van 29 °C is dat 15 gram waterdamp per m^3. Reken maar na:
50% van 30 = 0,5 × 30 = 15 g/m^3

VOORBEELDOPDRACHT 2

Op een warme zomerdag is het 29 °C. De lucht bevat 12 gram waterdamp per m^3.
Bereken hoe groot de luchtvochtigheid is.

gegevens temperatuur = 29 °C
maximale hoeveelheid waterdamp = 30 g/m^3

gevraagd luchtvochtigheid = ?

uitwerking $\text{luchtvochtigheid} = \frac{\text{hoeveelheid waterdamp}}{\text{maximale hoeveelheid waterdamp}} = \frac{12}{30} = 0{,}4 = 40\%$

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Vul in.

a Als het overdag .... is, neemt de lucht grote hoeveelheden waterdamp op.

b ’s Nachts condenseert een deel van de waterdamp weer, doordat de lucht ....

c Het dauwpunt is de .... waarbij de waterdamp in de lucht begint te condenseren.

d Hoe minder waterdamp de lucht bevat, des te .... ligt het dauwpunt.

2 Stapelwolken beginnen hun bestaan als opstijgende ‘bellen’ warme lucht.

a Tijdens het opstijgen wordt de .... in de luchtbel steeds lager.

b Als het dauwpunt wordt bereikt, begint de waterdamp in de bel te ....

c De hoogte waarop dit gebeurt, noem je het ....

d Beneden deze hoogte zie je geen wolken, omdat waterdamp .... is.

3 Hieronder staat beschreven wat er gebeurt als het onweert.
Zet de gebeurtenissen in de juiste volgorde. Gebruik de cijfers 1 tot en met 5.

- Er springt een bliksemflits over van een onweerswolk naar de aarde. ....
- In een groot gebied rond de onweerswolk horen mensen de donder. ....
- De spanning tussen een onweerswolk en de aarde loopt hoog op. ....
- De temperatuur van de lucht rond de bliksemflits stijgt tot 30 000 °C. ....
- Door de hoge temperatuur zet de lucht rond de bliksemflits sterk uit. ....

TOEPASSING

4 Lees het weerbericht in figuur 7.

a Welke faseovergang is er de oorzaak van dat er stapelwolken ontstaan? ....

b Welke faseovergang is er de oorzaak van dat de bewolking weer 'oplost'? ....

c Hoe komt het dat de wolken pas in de loop van de ochtend verschijnen?

....

....

....

....

....

....

d Hoe komt het dat er juist in een heldere zomernacht kans is op grondmist?

....

....

De dag begint met een strakblauwe hemel. In de loop van de ochtend ontstaan de eerste stapelwolken. 's Middags wisselen zon en schaduw elkaar af bij een temperatuur van 22 tot 23 °C. Tegen de avond lost de bewolking weer op. 's Nachts is het helder en kan er hier en daar grondmist ontstaan.

figuur 7 Een weerbericht.

5 Als het overdag warm en 's nachts koud is, ontstaat er in Nederland vaak mist. In woestijngebieden is het overdag altijd erg heet en koelt het 's nachts sterk af. Toch mist het daar nooit.
Geef een verklaring voor dit verschil.

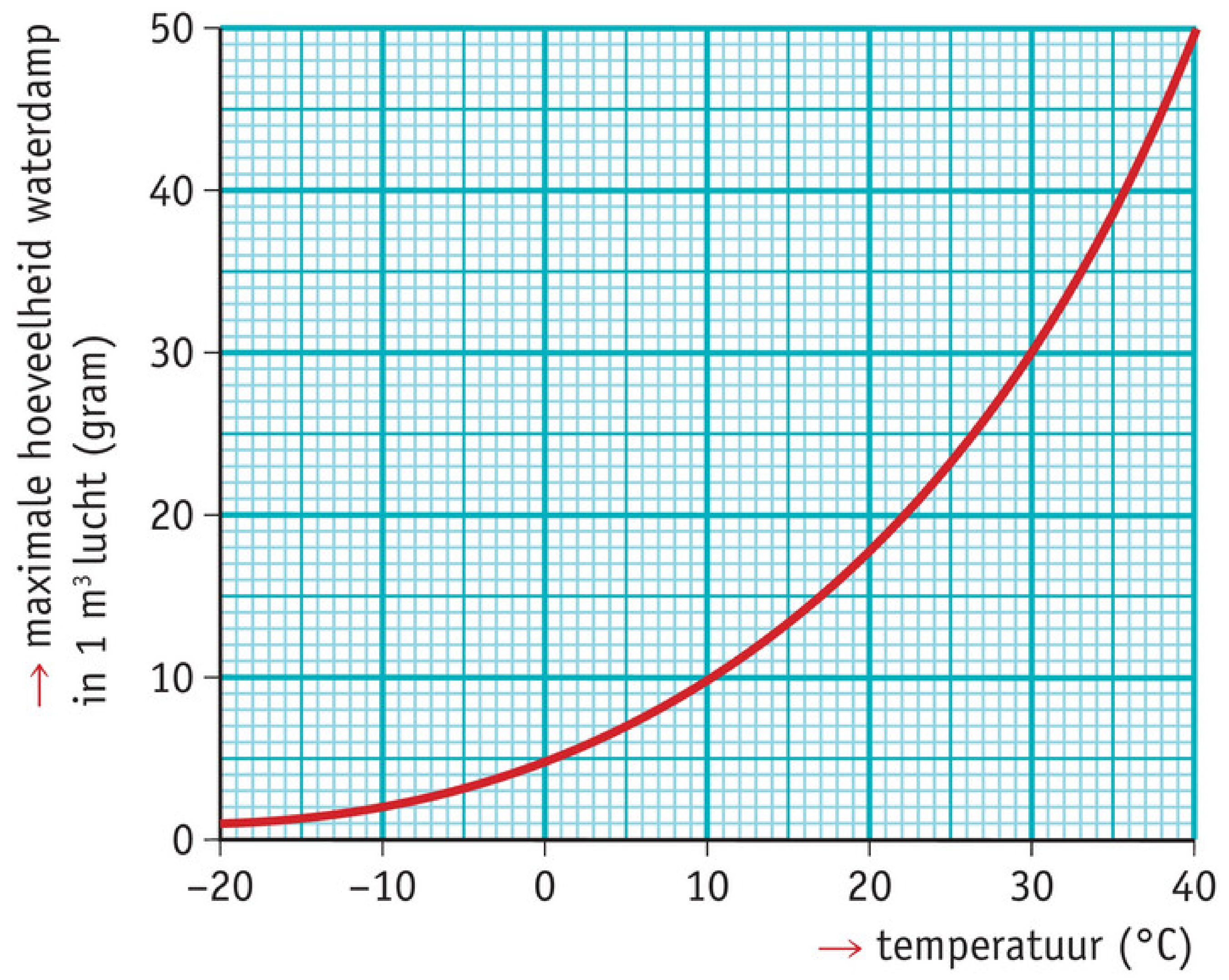
....

....

....

....

Maak bij de opdrachten 6 en 7 gebruik van figuur 8.



figuur 8 Het verband tussen de temperatuur en de maximale hoeveelheid waterdamp.

6

Aan het eind van een warme zomermiddag bevat de buitenlucht 16 gram water per kubieke meter lucht. De temperatuur is dan 24 °C.

a Kan deze lucht nog meer waterdamp bevatten? Waaraan kun je dat zien?

....

....

....

....

b In de loop van de avond en nacht daalt de temperatuur.
Bij welke temperatuur zal de waterdamp in de lucht gaan condenseren?

....

....

....

c In de loop van de avond en nacht daalt de temperatuur ten slotte tot 8 °C.
Hoeveel gram waterdamp condenseert er uit elke kubieke meter lucht?

....

....

....

....

★ 7

Een luchtbel met warme lucht van 22 °C gaat omhoog. Het dauwpunt van deze lucht is 8 °C. Bij elke 100 m stijging daalt de temperatuur van de luchtbel met 0,5 °C.

a Bij welke temperatuur begint de waterdamp in de luchtbel te condenseren?

bij .... °C

b Als de waterdamp begint te condenseren, ontstaat het begin van een stapelwolk. Op welke hoogte bevindt zich de onderkant van de stapelwolk?

....

....

....

....

c De lucht rond de opstijgende luchtbel is erg koud, veel kouder dan de lucht in de luchtbel zelf.
Wat voor wolk zal er onder deze omstandigheden ontstaan?

....

....

....

8

Onweersbuien ontstaan alleen als de omstandigheden in de atmosfeer daar geschikt voor zijn. In het nieuwsbericht in figuur 9 kun je daar meer over lezen.

a Onder welke omstandigheden is de kans op onweersbuien erg groot?

....

b Een bel zal met warme lucht onder die omstandigheden:

- met een *grote* / *kleine* snelheid omhoog bewegen.
- *al vrij snel tot stilstand komen* / *een grote hoogte bereiken*.

Onweersbuien brengen spektakel



Een aantal hevige onweersbuien heeft gisteren overal in Nederland voor overlast gezorgd. De buien ontstonden door opvallend grote tegenstellingen tussen de temperatuur aan de grond en hoog in de atmosfeer. Op 5,5 kilometer hoogte werden temperaturen gemeten van −22 tot −25 graden, terwijl de thermometer op ooghoogte gemiddeld +20 graden aanwees. Door dat forse verschil ontstonden zeer actieve buienwolken. Hevig onweer is in deze tijd van het jaar overigens een vrij normaal verschijnsel. Het water van zowel de Waddenzee als het IJsselmeer heeft aan het eind van de zomer zo ongeveer zijn hoogste temperatuur bereikt. Tegelijk komen vanuit het noordwesten hogerop in de atmosfeer al de eerste porties koude, polaire lucht afzakken als voorboden van de naderende herfst.

figuur 9 Hevig onweer zorgt vaak voor overlast.

★ 9 Zie de vaardigheid *Werken met formules*.
Tijdens een doorsnee bliksemflits loopt de stroomsterkte op tot 20 000 A, bij een spanning van 200 000 000 V.

a Bereken het elektrisch vermogen van zo'n flits.

....

....

....

....

....

....

b Hoeveel ledlampen van 5 W kunnen tegelijk branden op het vermogen van één bliksemflits?

....

....

....

EXTRA LUCHTVOCHTIGHEID

10 Als het buiten 25 °C is, kan het 'mooi zomerweer' zijn, maar ook 'zeer drukkend'.
Licht toe waar het van afhangt of je het weer als aangenaam of als drukkend ervaart.

....

....

....

....

11 Op een warme zomerdag bevat de lucht rond drie uur 18 g waterdamp per m^3, terwijl hij hoogstens 24 g per m^3 kan bevatten.
Hoe hoog is de luchtvochtigheid op dat moment?

....

....

12 Bij een hittegolf in de Verenigde Staten zijn honderden slachtoffers gevallen. In een krantenartikel (figuur 10) wordt uitgelegd wat het probleem is.

a Mensen produceren ook in rust voortdurend warmte.
Hoe komen ze aan de 'brandstof' die daarvoor nodig is?

....

....

....

b Het menselijk lichaam moet die warmte weer kwijtraken.
Op welke drie manieren gebeurt dat volgens het artikel?

....

....

c Boven het artikel staat: 'Zweten helpt niet'.
Leg uit waarom zweten niet hielp bij de hittegolf in Amerika.

....

....

....

....

....

HITTEGOLF IN DE VS: ZWETEN HELPT NIET

Een volwassen persoon produceert in rust evenveel warmte als een gloeilamp van 100 watt. Bij gematigde temperaturen kan het lichaam deze warmte kwijtraken door straling. Ook via de adem wordt veel warmte afgevoerd.
Bij blootstelling aan hitte, dat wil zeggen aan temperaturen boven de lichaamstemperatuur van 37 graden, kan het lichaam de warmte alleen nog maar kwijtraken door zweten. Verdamping van zweet heeft een sterk koelende werking en is meestal zeer effectief als koeling.
Bij de Amerikaanse hittegolf was de luchtvochtigheid erg hoog. Bij hoge luchtvochtigheid is de verdampingssnelheid laag, waardoor het zweten niet of nauwelijks meer een koelende werking heeft. De lichaamstemperatuur kan daardoor oplopen tot boven de 40 graden.
Langdurige blootstelling aan hitte heeft een sterk uitputtende werking. Deze uitputting zal vooral ouderen en zieken treffen.

figuur 10 Hoge temperatuur en hoge luchtvochtigheid: een slechte combinatie.

Test je kennis met de *Test jezelf*.

Practica

PROEF 1 LUCHT SAMENPERSEN

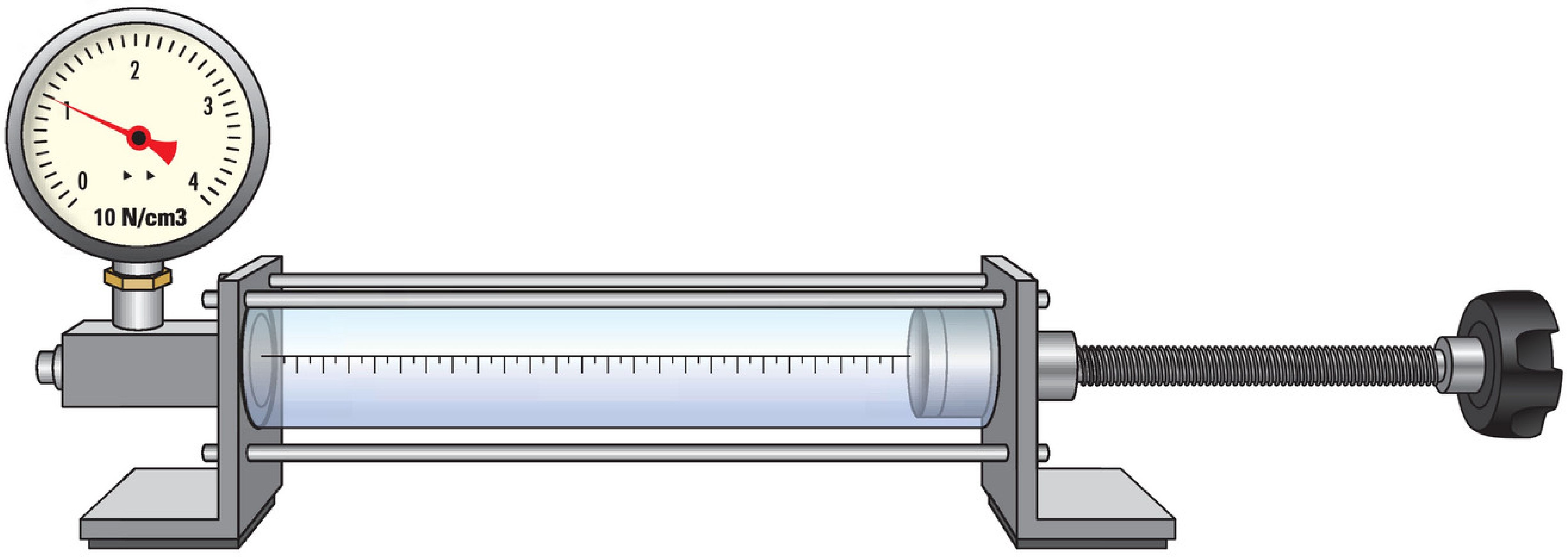
30 minuten

Inleiding
Sportduikers gebruiken flessen met samengeperste lucht om lang onder water te kunnen blijven. Tijdens het vullen mag de druk in zo'n fles niet te hoog worden, anders barst hij uit elkaar.

Doel
In deze proef onderzoek je hoe de druk verandert als je lucht samenperst.

Nodig
☐ toestel van Boyle

Uitvoeren en uitwerken
- Zet het apparaat neer zoals in figuur 1.
- Draai het luchtkraantje open.
- Draai de zuiger zo ver mogelijk naar rechts.
- Draai het luchtkraantje stevig dicht.



figuur 1 De opstelling van proef 1.

1 Lees af en noteer beide meetwaarden in tabel 1.
a Hoe groot is het volume van de lucht in de cilinder?
b Hoe groot is de druk van de lucht in de cilinder?
Noteer beide meetwaarden in tabel 1.

tabel 1 Volume en druk.

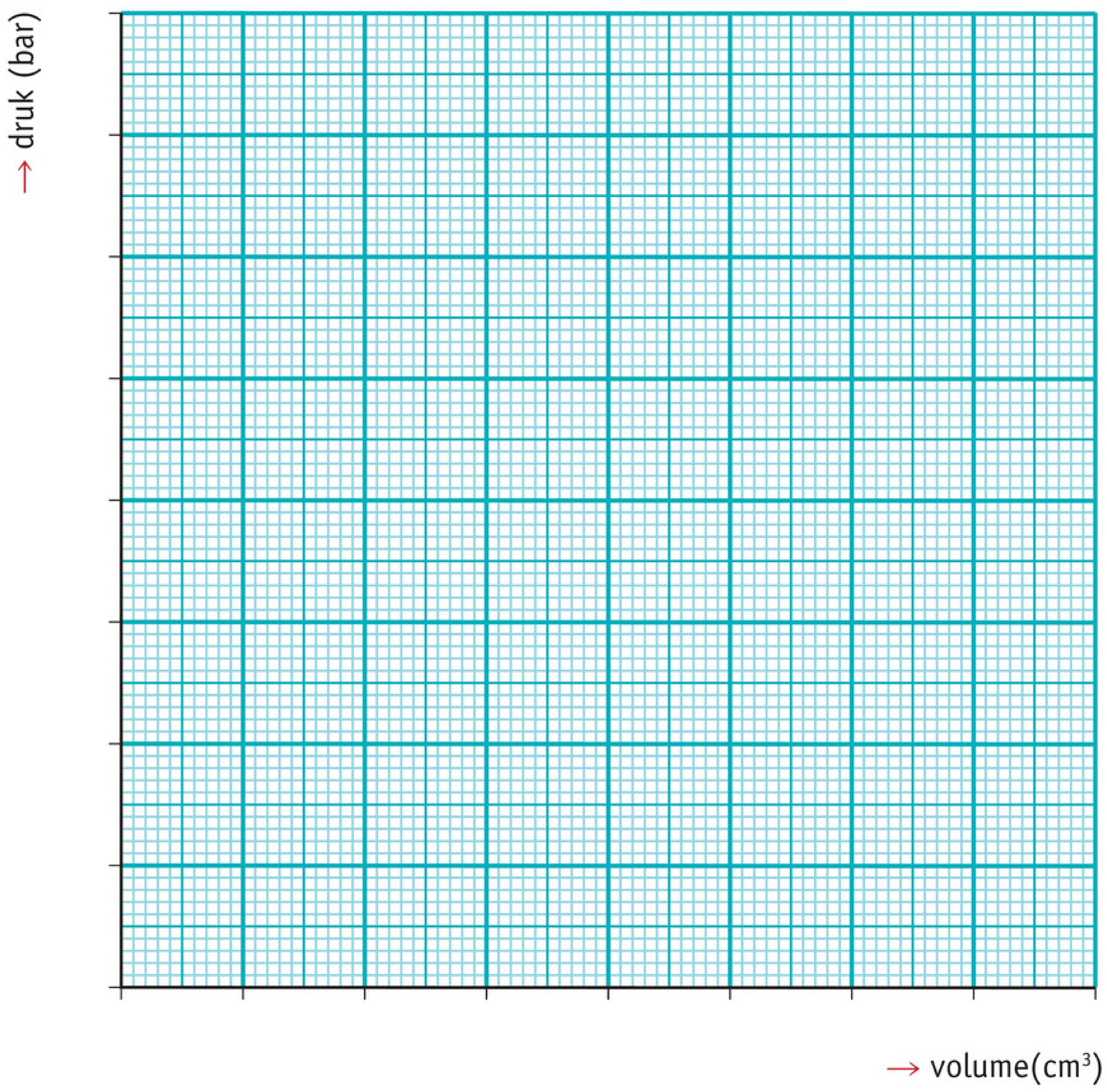
volume (cm^3)	druk (bar)

- Pers de lucht samen door de zuiger naar links te draaien.
  Lees regelmatig het volume en de druk van de lucht af.

2 Noteer de meetwaarden in tabel 1.

- Stop als de druk is gestegen tot 3 bar.

3 Zie de vaardigheid *Werken met tabellen en grafieken*.
Teken in figuur 2 een grafiek van deze proef.



figuur 2 Het verband tussen volume en druk.

4 Vul in.

Als je het volume 2× zo klein maakt, wordt de druk .... × zo ....

Als je het volume 3× zo klein maakt, wordt de druk .... × zo ....

Als je het volume 4× zo klein maakt, wordt de druk .... × zo ....

5 Een duiker wil 2000 liter lucht samenpersen in een fles van 10 liter.
Hoe groot wordt de druk in de fles dan? Leg uit hoe je aan je antwoord komt.

....

....

....

....

PROEF 2 EEN BIMETAAL VERHITTEN

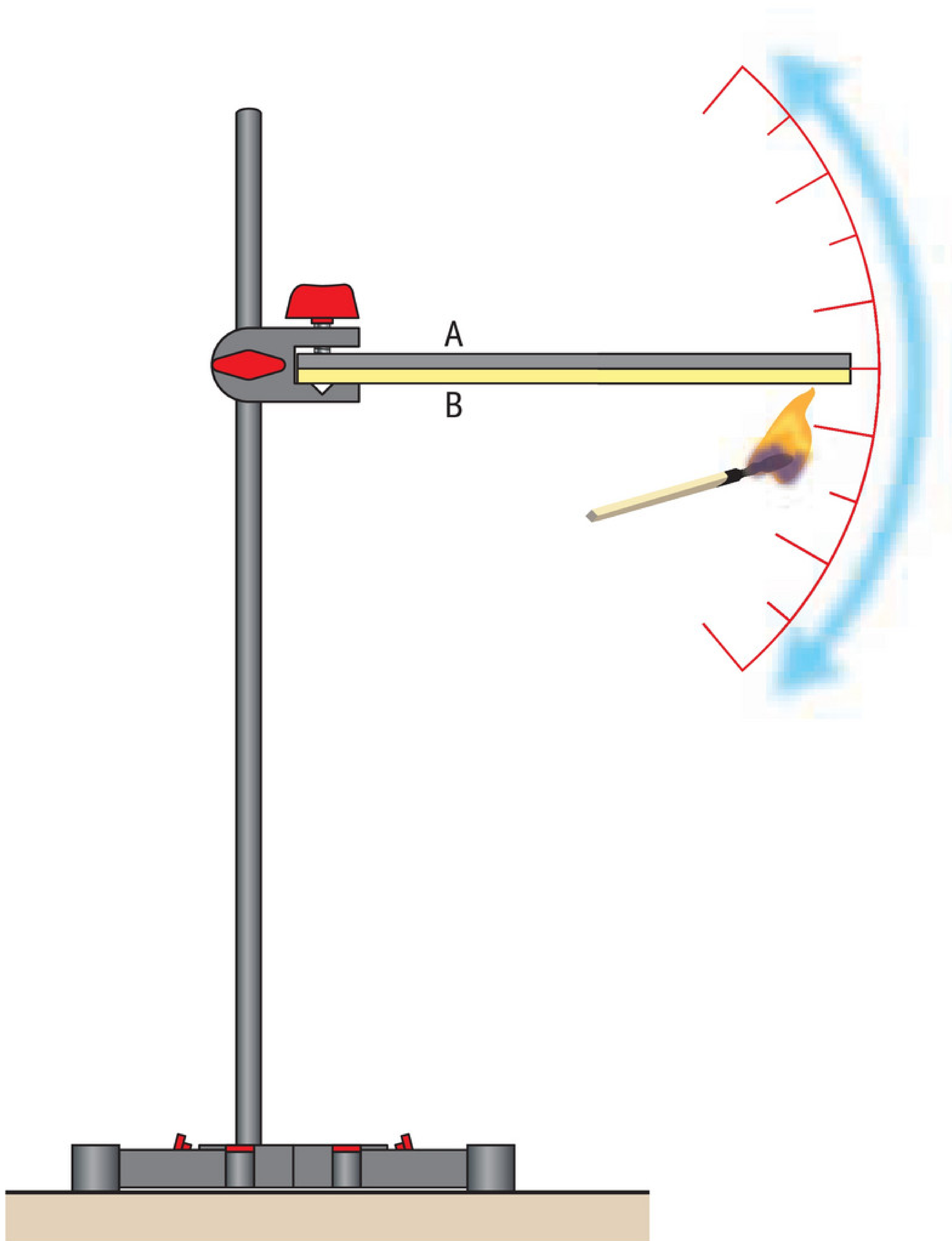
15 minuten

Inleiding
Bij het woord 'thermometer' denk je waarschijnlijk aan een vloeistofthermometer, met een reservoir, een stijgbuis en een schaalverdeling. Maar er zijn ook andere soorten thermometers. Met één daarvan maak je bij deze proef kennis.

Doel
Bij deze proef zie je hoe je een bimetaal kunt gebruiken als thermometer.

Nodig
☐ bimetaal
☐ statiefmateriaal
☐ lucifers

Uitvoeren en uitwerken
- Klem het bimetaal vast zoals in figuur 3 is aangegeven.
  Je leraar vertelt je welke kant boven moet.
- Verhit het bimetaal met het vlammetje van een lucifer.



figuur 3 De opstelling van proef 2.

1 Geef in figuur 3 aan hoe het bimetaal kromtrekt.

2 Welk metaal zet bij het verwarmen het meest uit: A of B?

....

3 Welk metaal zal het sterkst krimpen als het afkoelt: A of B?

....

4 In figuur 3 is achter het bimetaal een schaalverdeling getekend. Zo kun je het bimetaal gebruiken als thermometer.
Zet de woorden ‘heet’ en ‘koud’ op de juiste plaats naast de schaalverdeling.

PROEF 3 ONDERZOEK: DRUK EN TERUGSTUITHOOGTE

45 minuten

Inleiding

Als een voetbal te zacht is, pomp je hem op. Op die manier maak je de druk in de bal groter. De bal stuitert dan beter. Hoeveel beter? Dat kun je nagaan door onderzoek te doen.

Doel

De onderzoeksvraag is:
Hoe hangt de ‘terugstuithoogte’ van een voetbal af van de (over)druk in de bal?

Uitvoeren en uitwerken

- Zie de vaardigheid *Een onderzoek doen*.
  Maak een werkplan en voer het onderzoek uit.

1 Zie de vaardigheid *Een onderzoeksverslag maken*.
Presenteer de uitkomsten in je onderzoeksverslag.

Leerstofoverzicht

2.1 HET DEELTJESMODEL

ONTHOUD

- Stoffen bestaan uit heel kleine deeltjes. Deze deeltjes heten moleculen. In het deeltjesmodel hebben moleculen drie belangrijke eigenschappen: Ze veranderen niet, ze bewegen voortdurend en ze trekken elkaar aan.
- In een vaste stof hebben de moleculen een vaste plaats, waar ze voortdurend heen en weer trillen. Als de temperatuur van een vaste stof te groot wordt, verlaten de moleculen die vaste plaats. De vaste stof smelt en wordt een vloeistof.
- In een vloeistof hebben de moleculen geen vaste plaats meer. De moleculen bewegen door elkaar heen. Als de temperatuur nog hoger wordt, dan is de snelheid van sommige moleculen zo groot dat ze uit de vloeistof ontsnappen. De vloeistof verdampt en wordt een gas.
- In een gas bewegen de moleculen los van elkaar. De ruimte tussen de moleculen is groot en de onderlinge aantrekkingskracht klein.
- In lucht komt waterdamp voor. Dit is een onzichtbaar gas. Als de temperatuur daalt, begint de waterdamp te condenseren en vormen zich waterdruppels. Deze waterdruppels zie je als mist of dauw. Als de lucht koud is, vormt zich uit de waterdamp meteen ijs. Dit noem je rijpen.

BEGRIPPEN

fase
Toestand waarin een stof voorkomt: gas, vloeistof of vaste stof.

faseovergang
Verandering van fase van een stof, zoals smelten (vast → vloeibaar).

deeltjesmodel
Veelgebruikte beschrijving van de belangrijkste eigenschappen van moleculen.

moleculen
Kleine deeltjes waaruit stoffen bestaan en die de eigenschappen van de stof bepalen.

waterdamp
Gasvormige fase van water, waarin water een onzichtbaar gas is.

2.2 LUCHTDRUK

ONTHOUD

- De lucht in de atmosfeer heeft een behoorlijk gewicht. De lucht oefent een druk uit op het aardoppervlak. Dat noem je de luchtdruk. Hoe hoger je in de atmosfeer komt, des te lager is de luchtdruk.
- De luchtdruk kun je meten met een barometer. In een barometer zit een doosje dat reageert op veranderingen in de luchtdruk. De luchtdruk wordt meestal weergegeven in millibar (mbar). De officiële eenheid van druk is de pascal (Pa). 1 mbar = 100 Pa.
- De luchtdruk op aarde is niet altijd even groot. Een lagedrukgebied (waarin de luchtdruk lager is dan de omgeving) brengt onrustig weer met wind en regen. Een hogedrukgebied (waarin de luchtdruk hoger is dan de omgeving) brengt rustig, zonnig weer.
- Als je lucht in een afgesloten ruimte pompt, neemt de luchtdruk toe. Dit komt doordat er dan steeds meer moleculen tegen de wanden van de ruimte botsen. De druk in een afgesloten ruimte noem je gasdruk.

- Het verschil tussen de echte (absolute) druk in een afgesloten ruimte en de luchtdruk noem je de overdruk: absolute druk = luchtdruk + overdruk. De overdruk kun je meten met een manometer.

BEGRIPPEN

absolute druk
De echte druk in een afgesloten ruimte. Optelsom van de luchtdruk en de overdruk.

barometer
Instrument om de luchtdruk te meten.

gasdruk
Druk op de wanden van een afgesloten ruimte. De gasdruk wordt veroorzaakt door moleculen die tegen de wanden botsen.

hogedrukgebied
Gebied waarin de luchtdruk hoger is dan in de omgeving eromheen.

lagedrukgebied
Gebied waarin de luchtdruk lager is dan in de omgeving eromheen.

luchtdruk
Druk die de lucht op het aardoppervlak en op je lichaam uitoefent.

manometer
Instrument om de overdruk in een afgesloten ruimte te meten.

metaalbarometer
Barometer met een metalen doosje dat reageert op veranderingen in de luchtdruk. Het doosje wordt ingedrukt als de luchtdruk stijgt, en veert terug als de luchtdruk daalt.

overdruk
Verschil tussen de luchtdruk buiten en de druk in een afgesloten ruimte. Als de druk binnen en buiten even hoog is, is de overdruk nul.

2.3 TEMPERATUUR

ONTHOUD

- Er zijn verschillende soorten thermometers: vloeistofthermometers, bimetaalthermometers en elektronische thermometers.
- Een vloeistofthermometer heeft een reservoir, een stijgbuis en een schaalverdeling. Als de temperatuur stijgt, zet de vloeistof uit en stijgt de vloeistof in de stijgbuis. Op de schaalverdeling kun je de temperatuur aflezen.
- Een bimetaal bestaat uit twee verschillende metalen die stevig aan elkaar verbonden zijn. Doordat de metalen anders uitzetten als de temperatuur stijgt, trekt het bimetaal krom. Het bimetaal brengt een wijzer in beweging die langs een schaalverdeling beweegt.
- Als de temperatuur van een gas in een afgesloten ruimte toeneemt, neemt de druk ook toe. Hoe hoger de temperatuur, hoe hoger de druk.
- De temperatuur kan niet lager worden dan het absolute nulpunt: −273 °C. Dit is het nulpunt van de kelvinschaal. 0 K komt dus overeen met −273 °C.
- Je vindt de temperatuur in K door 273 op te tellen bij de temperatuur in °C. Omgekeerd vind je de temperatuur in °C door 273 van de temperatuur in K af te trekken.

BEGRIPPEN

absoluut nulpunt
De laagst mogelijke temperatuur: −273 °C of 0 K.

bimetaal
Twee strips van verschillende metalen die stevig aan elkaar zijn verbonden.

elektronische thermometer
Thermometer met een elektronische schakeling die reageert op veranderingen van temperatuur.

ijken
Aanbrengen van een schaalverdeling op een meetinstrument.

kelvinschaal
Temperatuurschaal met dezelfde afstand tussen de graden als de schaal van Celsius, maar met het absolute nulpunt als beginpunt.

reservoir
Verdikking onder aan de stijgbuis van een vloeistofthermometer waarin een voorraad thermometervloeistof is opgeslagen.

stijgbuis
Nauwe, doorzichtige buis waarin de vloeistof van een vloeistofthermometer snel kan stijgen en dalen.

thermometer
Instrument om de temperatuur te meten.

vloeistofthermometer
Thermometer die gebruikmaakt van het uitzetten en inkrimpen van een vloeistof om de temperatuur te meten. Een vloeistofthermometer heeft een reservoir, een stijgbuis en een schaalverdeling.

2.4 WOLKEN EN ONWEER

ONTHOUD

- Als lucht afkoelt, zal de waterdamp in de lucht bij een bepaalde temperatuur gaan condenseren. Deze temperatuur noem je het dauwpunt. Hoe meer waterdamp de lucht bevat, des te hoger ligt het dauwpunt.
- Op sommige plekken wordt de lucht meer door het aardoppervlak verwarmd dan op andere. Op die plaatsen stijgen bellen met warme lucht omhoog. De lucht in zo’n bel koelt af als hij stijgt. Op een gegeven moment bereikt de temperatuur het dauwpunt. Dan begint de waterdamp in de bel te condenseren en ontstaan er waterdruppels. De luchtbel wordt dan zichtbaar als een stapelwolk.
- Als de opstijgende lucht veel warmer is dan de omringende lucht, zal de luchtbel een grote hoogte bereiken. Er ontstaan dan grote hoge wolken waarin zich ijskristallen vormen. Als de ijskristallen te zwaar worden vallen ze naar beneden en bereiken de aarde in de vorm van neerslag.
- Onweersbuien ontstaan als bellen met warme lucht met grote snelheid opstijgen. Doordat de lucht in een onweerswolk sterk in beweging is en de ijskristallen en waterdruppels tegen elkaar botsen, wordt de wolk elektrisch geladen.
- Als de elektrische spanning tussen de wolk en het aardoppervlak te groot wordt, kan een enorme vonk overspringen. Dit is een bliksemstraal. De temperatuur rond een bliksemstraal loopt sterk op. Hierdoor zet de lucht in korte tijd sterk uit. Daardoor ontstaat een geluidsgolf. Deze hoor je als donder.

BEGRIPPEN

bliksemstraal
Een enorme elektrische vonk die overslaat tussen de onderkant van een onweerswolk en de aarde.

condensatieniveau
Hoogte waarop de waterdamp in een bel stijgende warme lucht begint te condenseren.

dauwpunt
Temperatuur waarbij de waterdamp in lucht gaat condenseren. Het dauwpunt is niet altijd even hoog, maar hangt af van de hoeveelheid waterdamp in de lucht.

donder
Geluid dat ontstaat doordat de lucht rond een bliksemstraal heet wordt en sterk uitzet.

Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

3 Krachten

KRACHTEN OM JE HEEN
Er zijn allerlei soorten krachten. Spierkracht is waarschijnlijk de meest bekende kracht. Spierkracht speelt een rol bij alle bewegingen die je maakt. Zeker ook bij sporten.





Wat weet je al over krachten?

LEERDOELEN

1 Je kunt de massa van een voorwerp of een hoeveelheid stof bepalen.
2 Je kunt de massa omrekenen van de ene eenheid naar de andere eenheid.
3 Je kunt verschillende soorten krachten benoemen.
4 Je kunt berekenen hoe groot de zwaartekracht op een voorwerp is.
5 Je kunt bij een hefboom aangeven hoe je een kracht het meest kunt vergroten.

In deel 1-2 van Nova nask heb je al een aantal dingen over krachten geleerd. Je hebt deze kennis weer nodig wanneer je aan dit hoofdstuk begint. Wil je snel controleren wat je nog weet? Maak dan de volgende opdrachten.

OPDRACHTEN VOORKENNIS

1 Sanne stapt op de weegschaal (figuur 1). Ze heeft deze weegschaal in de Verenigde Staten gekocht. Daar meten ze de massa niet in kilogram, maar in pond.
Hoe groot is de massa van Sanne?

De massa van Sanne is .... pond.



figuur 1 Sanne op een weegschaal.

2 Kies de juiste woorden.
Om de massa van een voorwerp te bepalen, heb je een *maatcilinder* / *weegschaal* nodig.
Voorwerpen met een grote massa *zijn zwaarder* / *nemen meer ruimte in* dan voorwerpen met een kleine massa.
Je meet de grootheid massa in de eenheid *kilogram* / *liter*.
Massa en gewicht zijn verschillende namen voor *dezelfde grootheid* / *verschillende grootheden*.

3 Reken om.

0,250 kg = ... g   500 g = ... kg

0,815 kg = ... g   125 g = ... kg

0,032 kg = ... g   33 g = ... kg

4 Een voetballer trapt tegen een bal.

a Welke kracht oefent de voetballer uit op de bal?
- ○ A magnetische kracht
- ○ B spierkracht
- ○ C veerkracht
- ○ D zwaartekracht

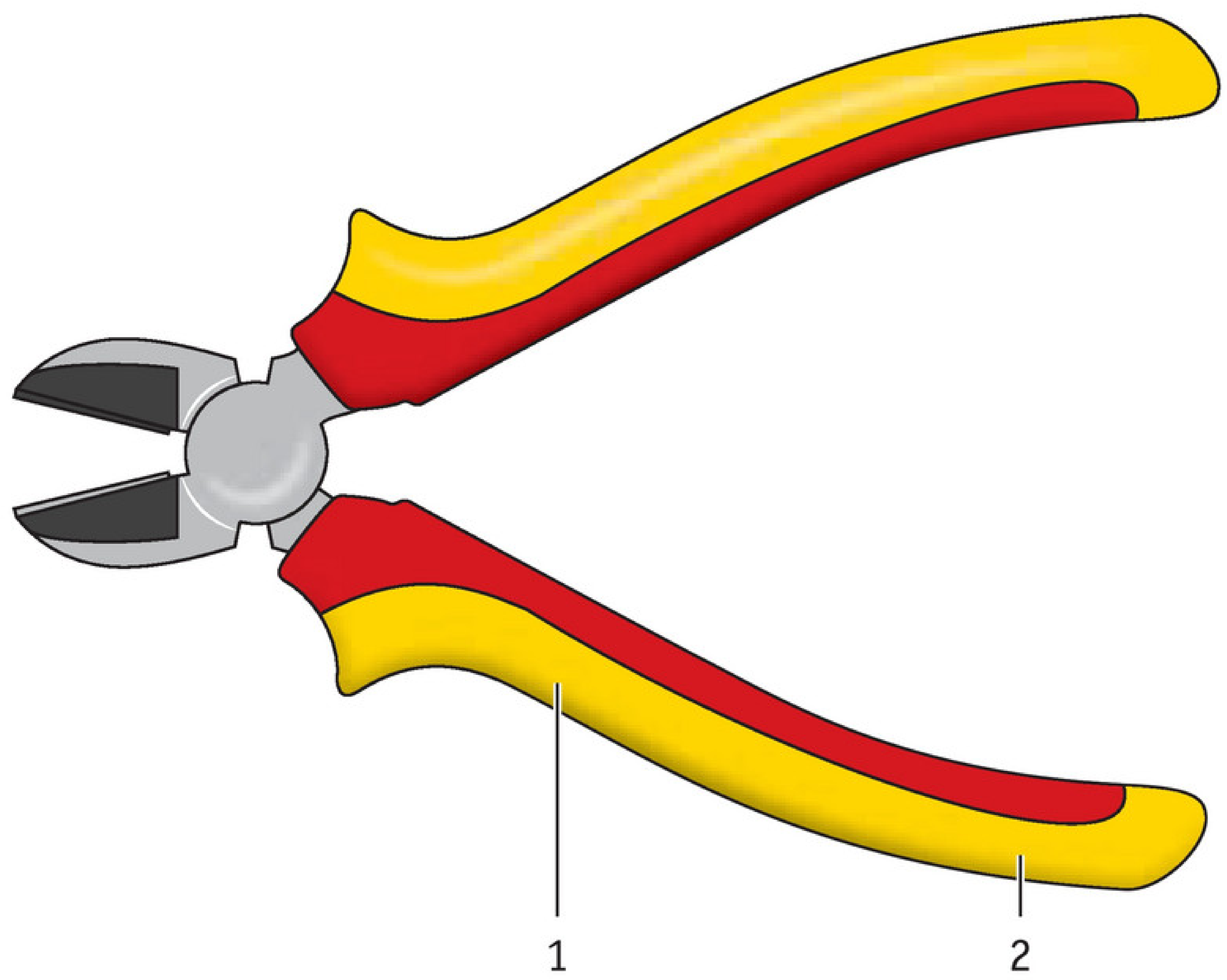
b Liesbeth laat een kopje uit haar handen vallen.
Welke kracht oefent de aarde uit op het kopje?
- ○ A magnetische kracht
- ○ B spierkracht
- ○ C veerkracht
- ○ D zwaartekracht

c Je houdt een magneet bij een ijzeren veer.
Welke kracht oefent de magneet uit op de veer?
- ○ A magnetische kracht
- ○ B spierkracht
- ○ C veerkracht
- ○ D zwaartekracht

5 Wat is de eenheid van kracht?
- ○ A gram
- ○ B kilogram
- ○ C newton

6 Op aarde is de zwaartekracht 10 newton (N) per kilogram.
Een zak cement heeft een massa van 25 kg.
Hoe groot is de zwaartekracht op de zak cement?
- ○ A 2,5 N
- ○ B 25 N
- ○ C 250 N

7 In figuur 2 zie je een kniptang. Je wilt met deze tang een koperdraad doorknippen.
Je knipt de draad het gemakkelijkst door als je met je hand knijpt op punt *1* / *2*.



figuur 2 Een kniptang.

Wil je weten of je voldoende voorkennis hebt voor dit hoofdstuk, maak dan online de *Voorkennistoets*. Daar vind je ook filmpjes over de belangrijkste leerdoelen voor dit hoofdstuk.

1 Krachten herkennen

LEERDOELEN

3.1.1 Je kunt uitleggen waaraan je kunt zien dat ergens een kracht werkt of heeft gewerkt.

3.1.2 Je kunt de verschillende krachten benoemen die een rol spelen in een gegeven situatie.

3.1.3 Je kunt een kracht tekenen als een pijl, met het juiste aangrijpingspunt en de juiste richting.

3.1.4 Je kunt tekenen hoe de zwaartekracht aangrijpt in het zwaartepunt van een voorwerp.

EXTRA 3.1.5 Je kunt het verschil beschrijven tussen elastische en plastische vervorming.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	3.1.1	3.1.2	3.1.3	3.1.4	3.1.5
Onthouden	1ab	1ce	1d, 2abc	3ab	
Begrijpen	4abc	5ab, 7abc, 8abc, 9abc	6abc		11abcde, 12abcdef
Toepassen		10			
Analyseren					

De wind kan een kracht op je uitoefenen. Die kracht is niet altijd even groot en werkt ook niet steeds in dezelfde richting. Hoe merk je dat?

KRACHTEN IN JE OMGEVING

Als er een **kracht** op je lichaam wordt uitgeoefend, kun je dat vaak voelen. Bijvoorbeeld:

- als iemand je een duw geeft;
- als het stevig waait;
- als je in een auto zit die plotseling snel optrekt;
- als je een tennisbal tegen je hoofd krijgt.

Krachten die op mensen of op voorwerpen worden uitgeoefend, kun je niet voelen of zien. Je kunt alleen zien welk effect die krachten hebben.

Krachten kunnen de beweging van een voorwerp veranderen. Dat zie je bijvoorbeeld bij een volleybalwedstrijd. De snelheid van de bal neemt toe als een speler de bal opslaat. De snelheid neemt af als een speler een harde bal stopt. De richting van de bal verandert als de spelers tegen de bal tikken of slaan (figuur 1).

Krachten kunnen ook de vorm van een voorwerp veranderen. Dat zie je bijvoorbeeld als een boogschutter een handboog spant of als een sporter zich afzet op een trampoline (figuur 2). Als er een kracht op voorwerpen inwerkt, kunnen ze uitrekken of worden ingedrukt.



figuur 1 Bij een smash veranderen de snelheid en de richting van de bal.



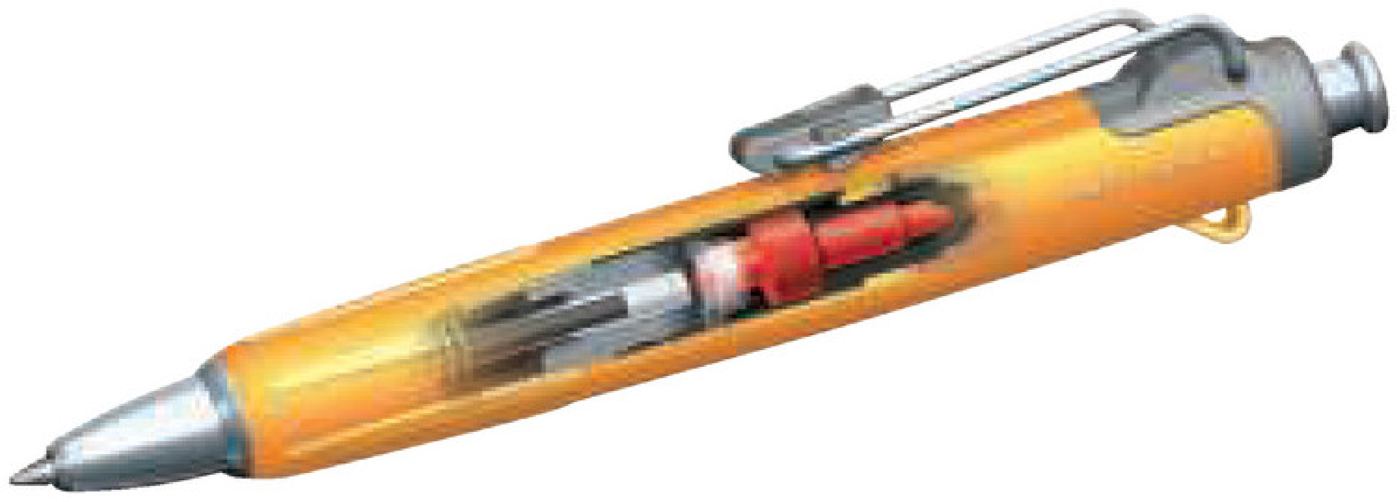
figuur 2 Bij elke sprong verandert de vorm van de springmat.

SOORTEN KRACHTEN

Er zijn allerlei soorten krachten, zoals spierkracht, veerkracht, spankracht, zwaartekracht en magnetische kracht.

Als je een sporttas optilt, oefenen je handen een kracht uit op het hengsel. Als je fietst, oefenen je voeten een kracht uit op de pedalen. In beide gevallen gebruik je **spierkracht**. Spierkracht ontstaat doordat de spieren in je lichaam zich samentrekken.

Als je een balpen indrukt, voel je de spiraalveer in de pen terugduwen tegen je duim (figuur 3). Deze kracht noem je **veerkracht**. Veerkracht ontstaat als je een veerkrachtig materiaal uitrekt of indrukt. De veerkracht verdwijnt weer als het materiaal terugkeert naar zijn oorspronkelijke vorm.

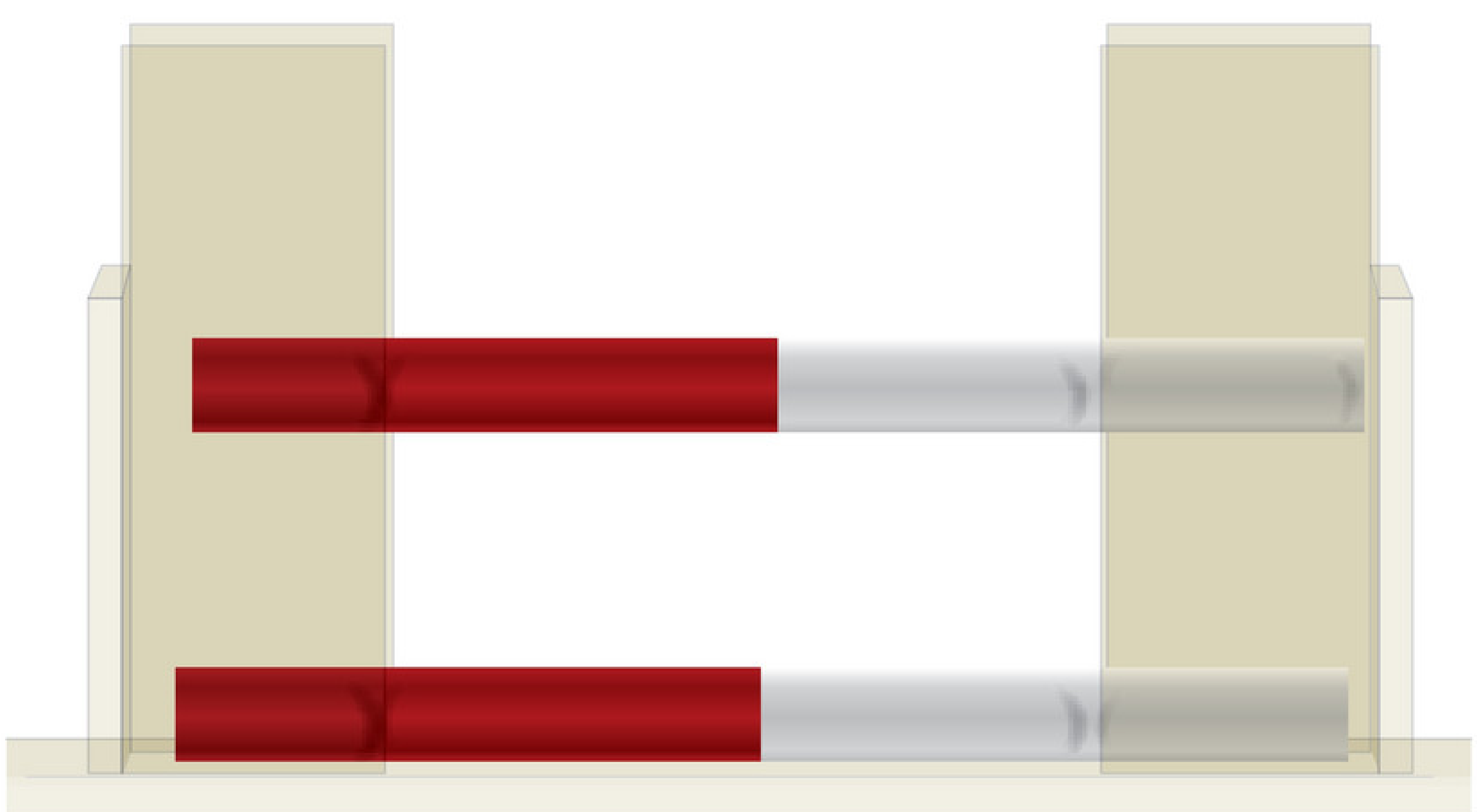


figuur 3 Als je een balpen indrukt, voel je de veerkracht.

Als je aan een touw trekt, komt het touw strak te staan. Je kunt wel harder trekken, maar het touw trekt net zo hard terug. In het touw heb je dan een **spankracht**.

Als je een fiets optilt, voel je hoe zwaar hij is. Als je de fiets daarna weer loslaat, valt hij recht naar beneden. Dat is het effect van de zwaartekracht. De **zwaartekracht** is de kracht waarmee de aarde trekt aan jou en aan alles om je heen. De zwaartekracht werkt altijd en overal op aarde.

Als je de polen (uiteinden) van twee magneten bij elkaar houdt, voel je dat er **magnetische krachten** werken. Een noordpool en een zuidpool trekken elkaar aan, maar twee noordpolen stoten elkaar af, net als twee zuidpolen. In figuur 4 zie je hoe twee magneten elkaar afstoten. De bovenste magneet zweeft, omdat er op beide polen afstotende krachten werken. Door deze afstotende krachten wordt de bovenste magneet omhooggeduwd.



figuur 4 De twee magneten stoten elkaar af.

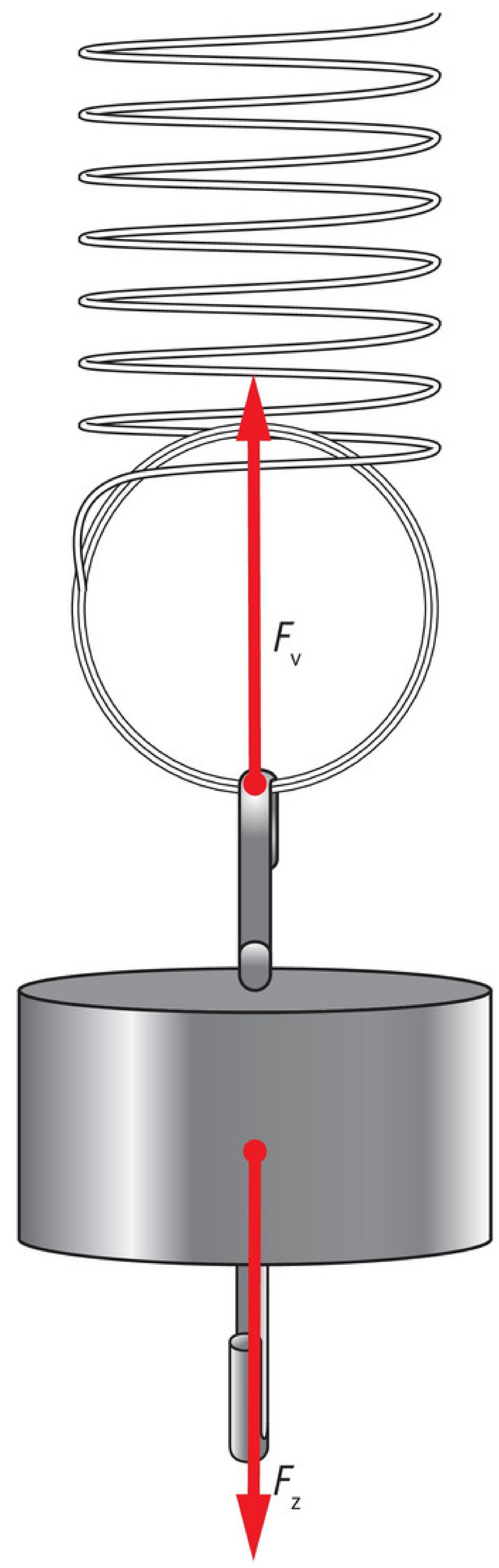
KRACHTEN TEKENEN

Je kunt een kracht tekenen als een pijl:

- Het **aangrijpingspunt** van de pijl geeft aan waar de kracht wordt uitgeoefend.
- De richting van de pijl geeft aan in welke richting de kracht werkt.
- De lengte van de pijl geeft aan hoe groot de kracht is.

Om aan te geven dat het om een kracht gaat, zet je bij de pijl een letter *F* (van *force* = kracht). Met één of meer extra letters maak je duidelijk om welk soort kracht het gaat. Bijvoorbeeld: F_z is de zwaartekracht, F_s of F_{span} is de spankracht en F_v of F_{veer} is de veerkracht.

Om de zwaartekracht te tekenen stel je je voor dat alle massa van een voorwerp is samengebald in één punt: het **zwaartepunt**. Meestal ligt het zwaartepunt midden in het voorwerp. De pijl van de zwaartekracht grijpt aan in het zwaartepunt en wijst altijd naar beneden (figuur 5).



figuur 5 Op het gewichtje werken twee krachten: de veerkracht (omhoog) en de zwaartekracht (omlaag). De letter *F* geeft aan dat het over een kracht gaat.

EXTRA ELASTISCHE EN PLASTISCHE VERVORMING

Hoe een voorwerp vervormt, hangt af van het materiaal waarvan het is gemaakt. Sommige materialen, zoals schuimrubber, vervormen elastisch. Elastische vervorming is niet blijvend. Je kunt schuimrubber gemakkelijk vervormen door erop te drukken (figuur 6). Als je niet meer drukt, krijgt het schuimrubber vanzelf zijn oude vorm terug. De vervorming is niet-blijvend.

Er zijn ook materialen waarvan het materiaal blijvend van vorm verandert als er een kracht op werkt. Dat noem je plastische vervorming. Boetseerklei is een goed voorbeeld. Als je daarop duwt met je duim, blijft de indruk van je duim zichtbaar. De klei veert niet terug.

Een ijzeren bladveer vervormt eerst elastisch als je eraan trekt. Maar als je te hard trekt, gaat de veer kapot. Hij veert dan niet meer terug: de vervorming is blijvend (plastisch). Bij veiligheidsgordels in de auto is dat ook zo. Als je aan de gordels trekt, rekken ze een beetje uit. Dat is geen probleem. Maar bij een botsing zijn de krachten zo groot dat de gordels blijvend uitrekken. Ze moeten dan worden vervangen.



figuur 6 Schuimrubber vervormt elastisch.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1

a Wat kunnen krachten aan een voorwerp veranderen?

....

....

b Een beweging kan veranderen:

- doordat de .... van de beweging toeneemt of afneemt;
- doordat de .... verandert waarin het voorwerp beweegt.

c Noteer vijf soorten krachten.

....

....

....

....

....

d Bij een krachtenpijl zet je de letter .... om aan te geven dat het over een kracht gaat.

e Met één of meer extra letters kun je aangeven om wat voor soort kracht het gaat:

- de zwaartekracht wordt aangeduid met ....;
- .... wordt gebruikt voor de spankracht;
- voor de veerkracht wordt .... of .... gebruikt.

2

Je kunt een kracht tekenen als een pijl.

a Wat geeft de richting van de pijl aan?

....

b Wat geeft het aangrijpingspunt van de pijl aan?

....

c Wat geeft de lengte van de pijl aan?

....

3

Vul in.

a Om de zwaartekracht te tekenen, denk je alle .... van een voorwerp samengebald in één punt. Dit punt noem je het ....

b De pijl van de zwaartekracht grijpt aan in het .... en wijst altijd naar ....

TOEPASSING

4 Bekijk de foto's in figuur 7.
Waaraan kun je zien dat er een kracht werkt of gewerkt heeft:

a op het elastiek?

....

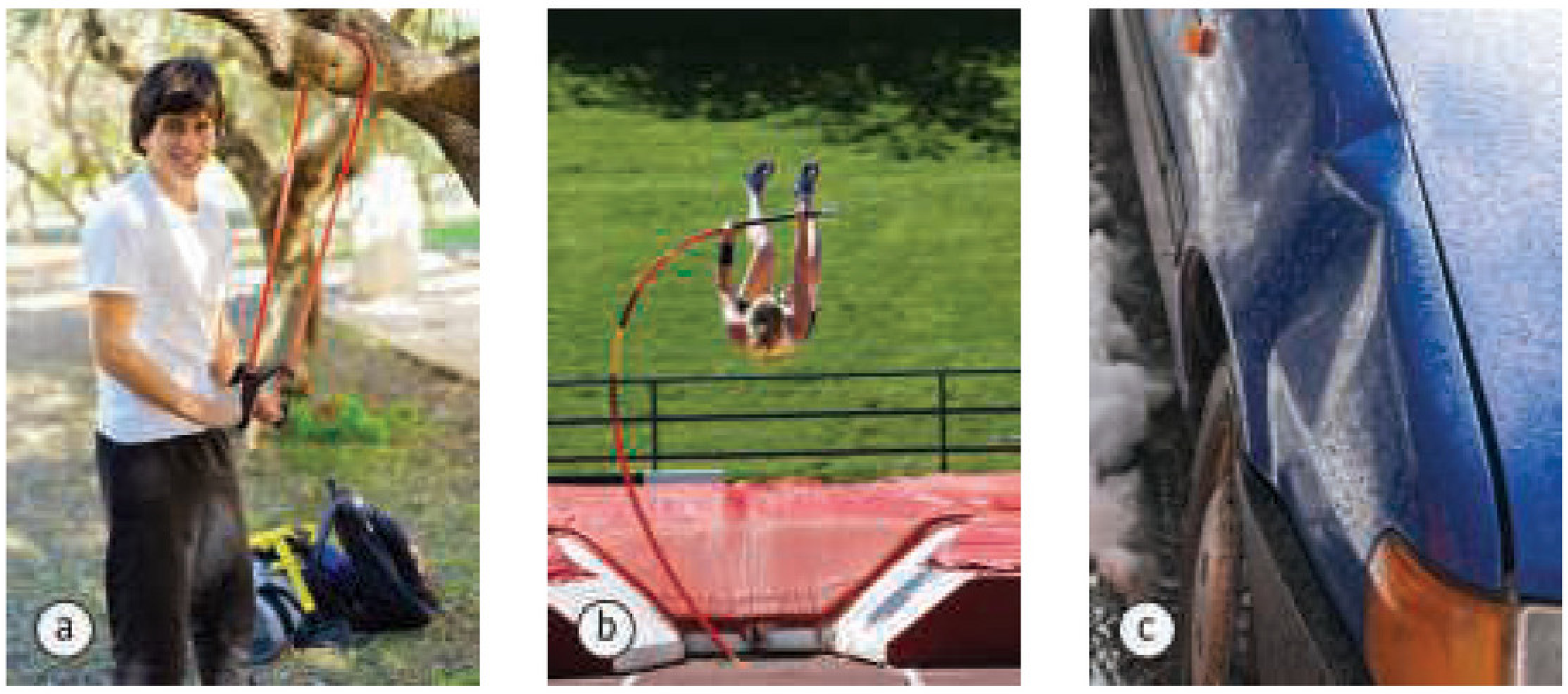
b op de polsstok?

....

c op de auto?

....

figuur 7 Krachten veranderen de vorm van een voorwerp.



5 Bekijk de foto van het elastiek uit figuur 7a nog eens. Er werken twee krachten.

a Hoe heet de kracht waardoor het elastiek uitrekt?

....

b Hoe heet de kracht die op de handen van de jongen werkt?

....

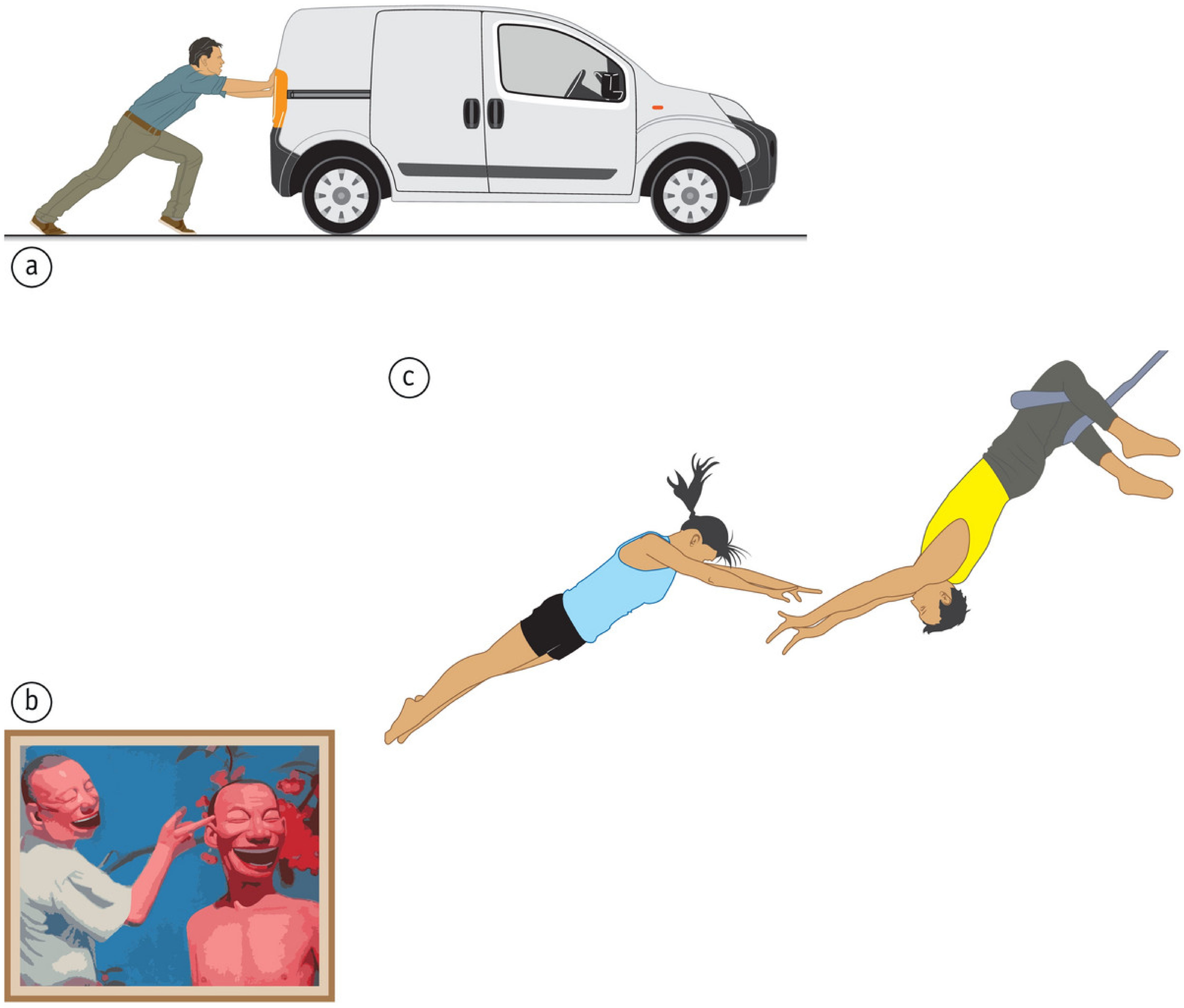
6 In figuur 8 zijn drie situaties getekend waarin krachten werken.
Teken de volgende krachten als een pijl van 4 cm.

a de kracht die de man op de bestelauto uitoefent

b de kracht die het touw op het schilderij uitoefent

c de kracht die de aarde op de acrobaat links uitoefent

figuur 8 Drie soorten krachten.



7 Hoe heten de krachten die je bij opdracht 6 hebt getekend?

a in figuur 8a: ....

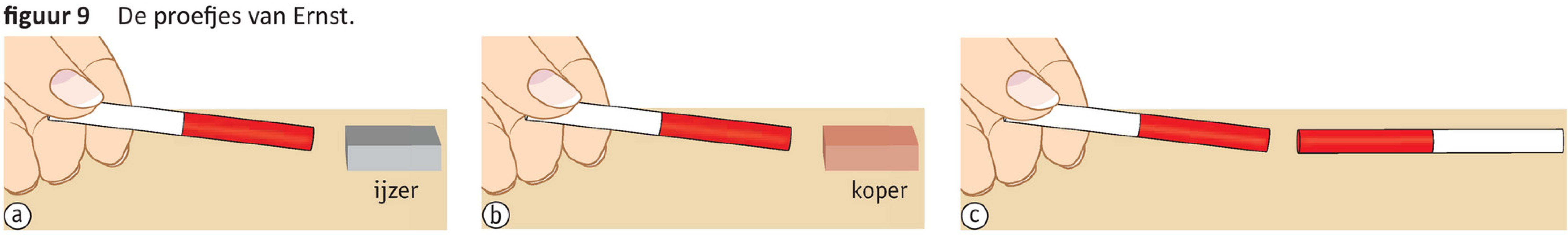
b in figuur 8b: ....

c in figuur 8c: ....

8 Ernst voert drie proefjes uit met een magneet (figuur 9).
Geef aan wat in elke situatie van toepassing is.

a in situatie 9a: *aantrekken / afstoten / geen magnetische krachten*
b in situatie 9b: *aantrekken / afstoten / geen magnetische krachten*
c in situatie 9c: *aantrekken / afstoten / geen magnetische krachten*

figuur 9 De proefjes van Ernst.

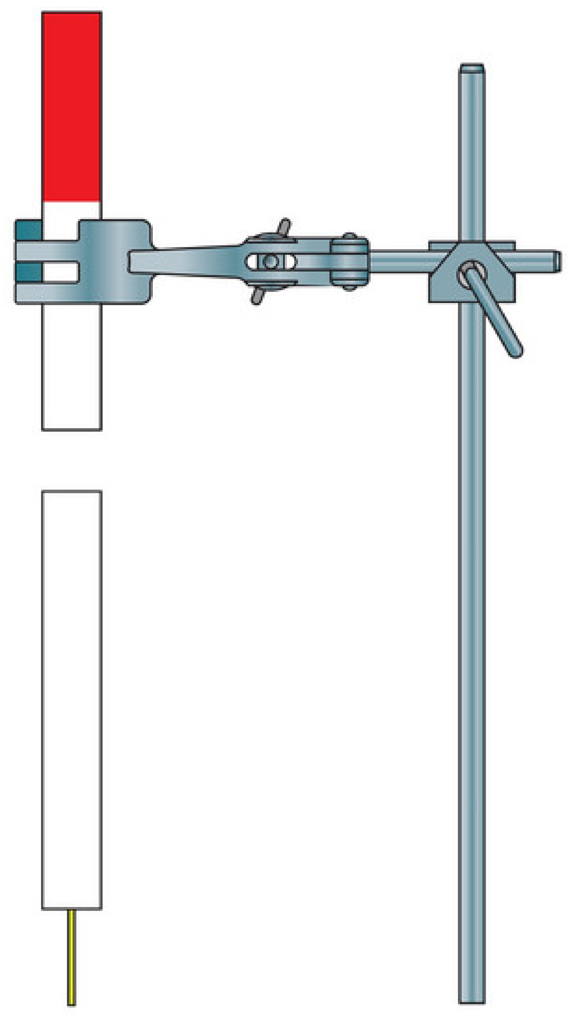


9 In figuur 10 zie je hoe je een magneet kunt laten zweven met behulp van een andere magneet. Op de onderste magneet werken drie krachten. Noteer de juiste krachten.

a De .... trekt de magneet naar beneden.

b De .... zorgt ervoor dat de magneet niet naar beneden valt.

c De .... in het touw zorgt ervoor dat de onderste magneet niet naar de bovenste magneet toe beweegt.



figuur 10 Een zwevende magneet.

★ 10 Bekijk figuur 10 nog eens. Bij de bovenste magneet bevindt de noordpool zich aan de bovenkant.
Leg uit waar de noordpool zich bij de onderste magneet bevindt.

....

....

....

....

....

....

....

EXTRA ELASTISCHE EN PLASTISCHE VERVORMING

11 Op welke manier vervormt:

a het rubber van een massief stuiterballetje? *elastisch / plastisch*
b de klei waarmee een pottenbakker werkt? *elastisch / plastisch*
c de kunststof waarvan een duikplank is gemaakt? *elastisch / plastisch*
d het schuimrubber in een matras? *elastisch / plastisch*
e het staal van een spiraalveertje? *elastisch / plastisch*

12 Bekijk de vijf situaties waarin een kracht wordt uitgeoefend. Die kracht heeft een vervorming tot gevolg.
Geef bij elke situatie aan of de vervorming elastisch of plastisch is.

a Een turner zet zich krachtig af op een trampoline. *elastisch / plastisch*
b Een hond zakt weg in pas gevallen sneeuw. *elastisch / plastisch*
c Een loodgieter maakt een bocht in een koperen buis. *elastisch / plastisch*
d Een dunne tak buigt door als er een poes op zit. *elastisch / plastisch*
e Theo rijdt een deuk in zijn auto. *elastisch / plastisch*

Test je kennis met de *Test jezelf*.

2 Krachten meten

LEERDOELEN

3.2.1 Je kunt het verband beschrijven tussen de uitrekking en de kracht op een veer.
3.2.2 Je kunt uitleggen hoe je krachten kunt meten met een krachtmeter (veerunster).
3.2.3 Je kunt de zwaartekracht op een voorwerp berekenen als de massa is gegeven.
3.2.4 Je kunt een kracht tekenen op een gegeven of een zelfgekozen krachtenschaal.
EXTRA 3.2.5 Je kunt uitleggen dat *g* op elke planeet of maan weer een andere waarde heeft.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	3.2.1	3.2.2	3.2.3	3.2.4	3.2.5
Onthouden	2	1ab		3abc	11abcd
Begrijpen	5ab, 6c	7abc		9a, 10a	
Toepassen	6ab		4a, 8abc	4b, 9bc, 10bcd	12ab, 13
Analyseren				3abc	12c

Een kracht kun je niet zien, maar wel meten. Waaraan zou je kunnen zien dat de ene kracht groter is dan de andere?

EEN SPIRAALVEER UITREKKEN

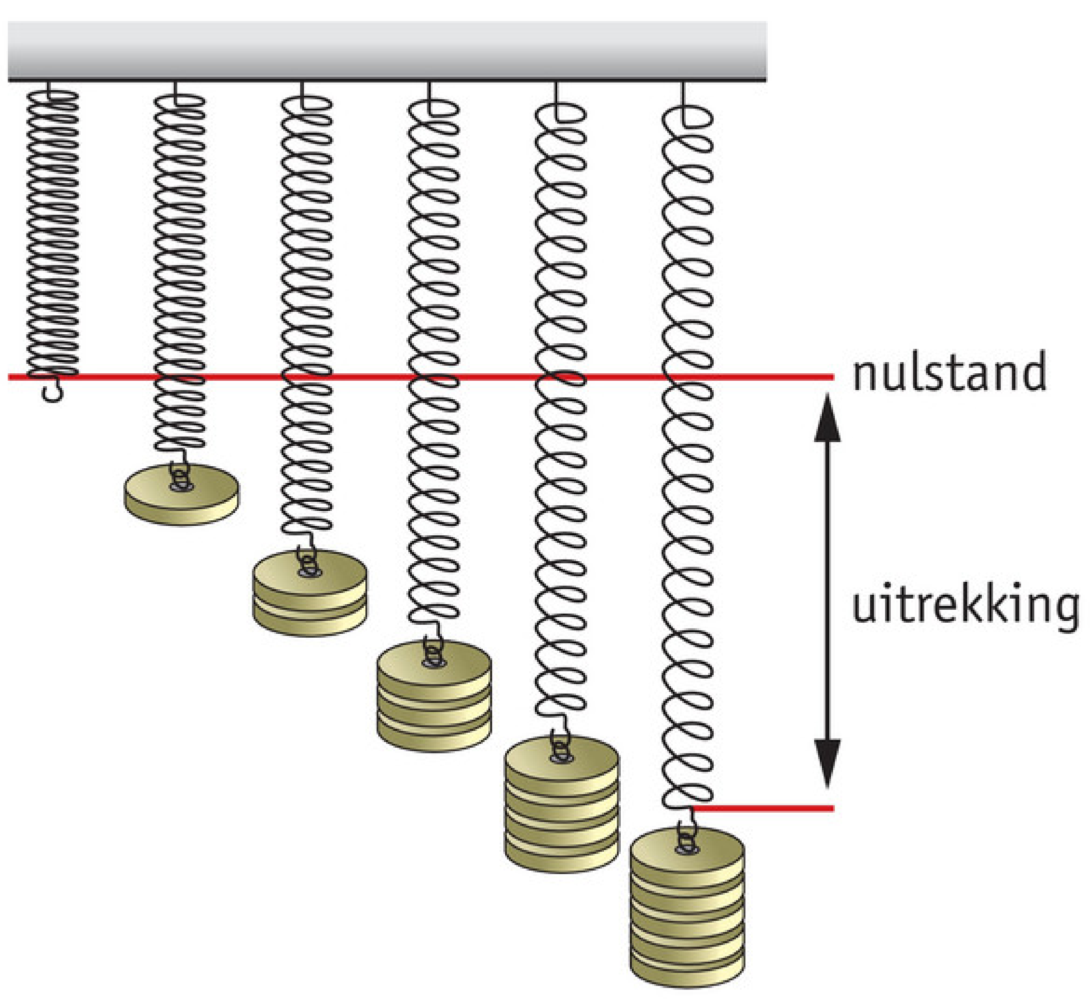
PROEF 1+2

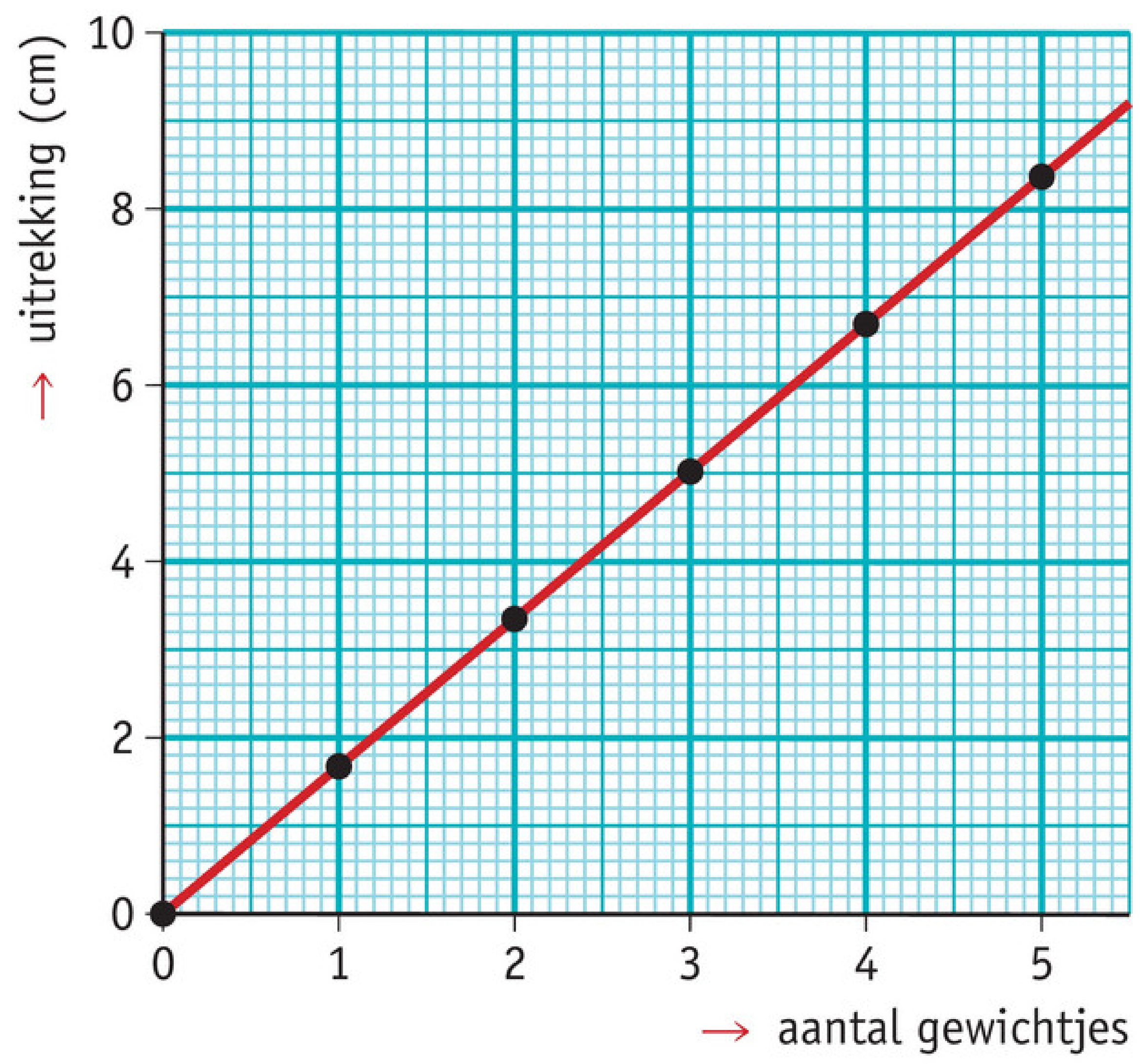
Een spiraalveer rekt uit als je eraan trekt. Hoe groter de kracht, des te verder de veer uitrekt. Je kunt dat nagaan door gewichtjes aan een spiraalveer te hangen. Elke keer dat er een gewichtje bij komt, wordt de veer langer.

In figuur 1 is getekend hoe je de **uitrekking** van een veer kunt bepalen. De uitrekking is het aantal centimeter dat de veer langer wordt. Als je zo'n proef doet, merk je dat de uitrekking 'gelijk opgaat' met de kracht op de veer.

- Als de kracht 2× zo groot wordt, wordt de uitrekking ook 2× zo groot.
- Als de kracht 3× zo groot wordt, wordt de uitrekking ook 3× zo groot.

Enzovoort.





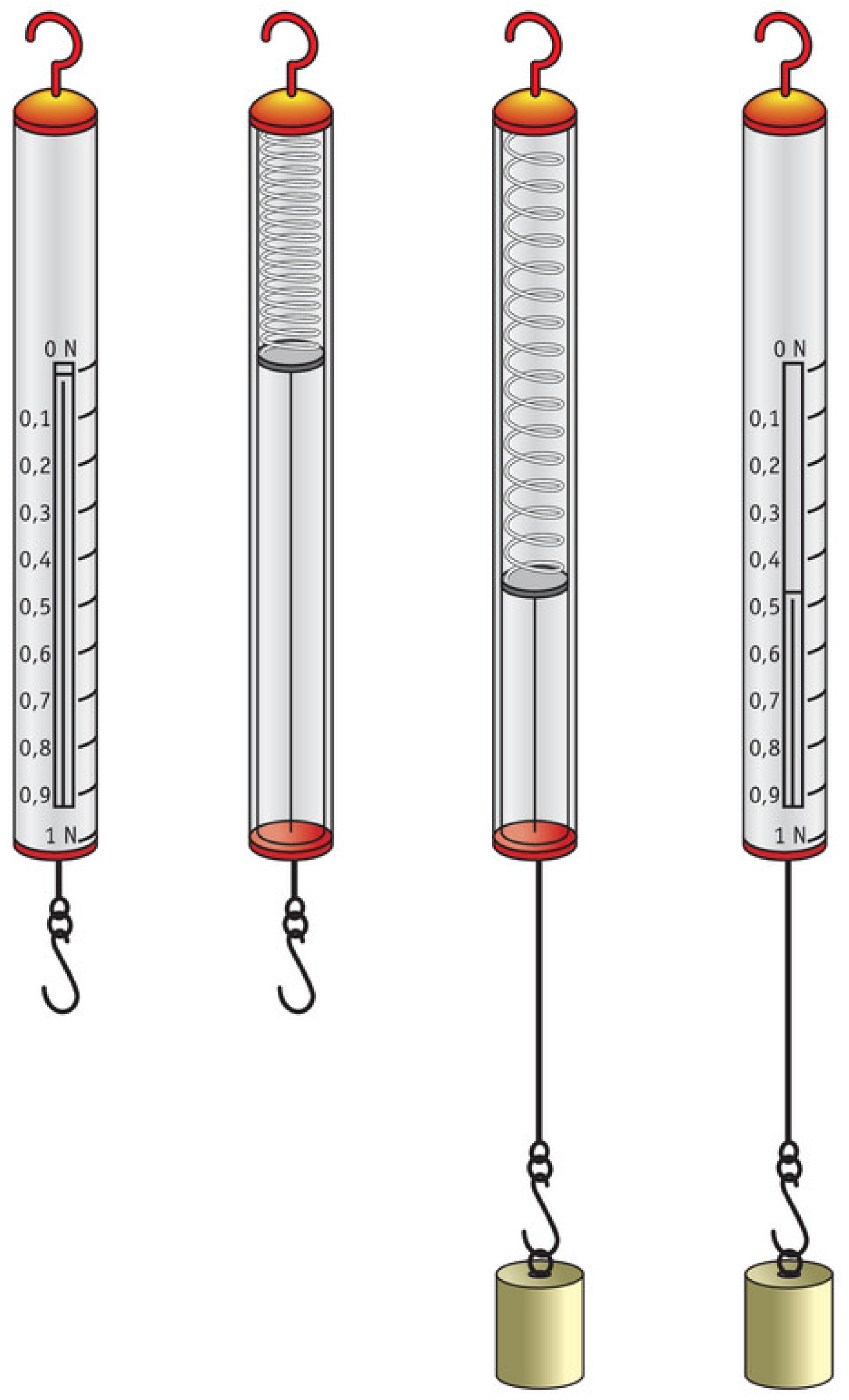
figuur 1 Een proef met een spiraalveer.

De uitrekking geeft dus aan hoe groot de kracht op de veer is. Dat betekent dat je met een spiraalveer de grootte van de kracht kunt meten.

KRACHTMETER

PROEF 3

In figuur 2 zie je hoe een **krachtmeter** in elkaar zit. In een metalen buis is een spiraalveer opgehangen. Als je aan het haakje onder aan de veer trekt, rekt de veer uit. Het wijzertje geeft dan aan hoe groot de kracht is.



figuur 2 Zo werkt een krachtmeter.

Sommige krachtmeters hebben een **slappe veer** die gemakkelijk uitrekt. Zulke krachtmeters gebruik je om kleine krachten te meten. Een slappe veer wordt door een kleine kracht al zichtbaar uitgerekt.

Er zijn ook krachtmeters met een **stugge veer**. Die gebruik je als je grotere krachten moet meten. Voor het meten van kleine krachten zijn ze niet geschikt.

ZWAARTEKRACHT EN MASSA

Krachtmeters hebben een schaalverdeling in newton (N). Deze eenheid is genoemd naar de Engelse natuurkundige Isaac Newton (1642–1727). Newton onderzocht welke rol de zwaartekracht speelt in het heelal. Daarbij ontdekte hij dat de zwaartekracht niet overal in het heelal even groot is. Op aarde is de zwaartekracht bijvoorbeeld sterker dan op de maan.

Je kunt de zwaartekracht op een voorwerp berekenen met de formule:

zwaartekracht = massa van het voorwerp × sterkte van de zwaartekracht

of in symbolen:

$$F_z = m \cdot g$$

In deze formule is:

- F_z de zwaartekracht op een voorwerp in newton (N);
- m de massa van het voorwerp in kilogram (kg);
- g de sterkte van de zwaartekracht in newton per kilogram (in N/kg).

Het symbool *g* komt van **gravitatie** = zwaartekracht. Op aarde heeft *g* de waarde 10 N/kg, waar je ook bent. Als je heel precies meet, is *g* in Nederland gelijk aan 9,8 N/kg, maar die waarde wordt meestal afgerond op 10 N/kg.

VOORBEELDOPDRACHT 1

Zes appels hebben samen een massa van 800 gram (figuur 3).
Bereken hoe groot de zwaartekracht is die op de appels werkt.

gegevens m = 800 g = 0,8 kg
g = 10 N/kg

gevraagd F_z = ?

uitwerking $F_z = m \cdot g = 0{,}8 \times 10 = 8$ N

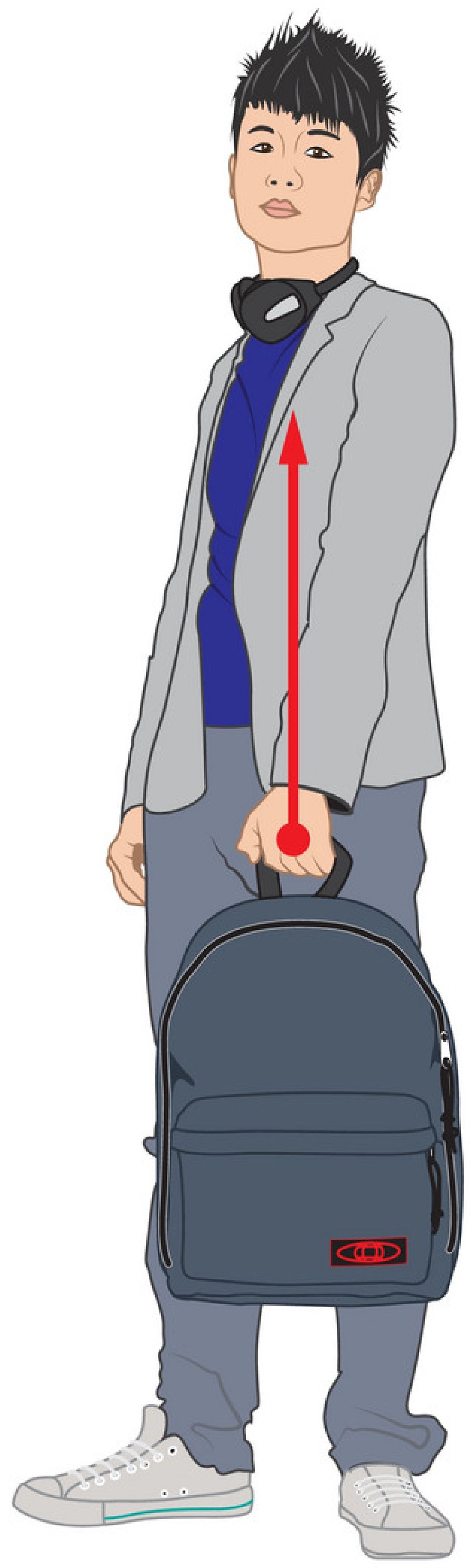


figuur 3 Zo kun je de zwaartekracht bepalen.

KRACHTEN OP SCHAAL TEKENEN

Als je een kracht wilt tekenen, moet je eerst een krachtenschaal kiezen. Daarna kun je de krachtenpijl de juiste lengte geven. In figuur 4 is als **krachtenschaal** gebruikt: 1 cm ≙ 50 N. Het symbool ≙ staat voor: komt overeen met. Dat betekent dat een pijl van 1 cm een kracht van 50 N voorstelt. Een kracht van 150 N teken je op deze schaal als een pijl van 3 cm.

De schaal 1 cm ≙ 50 N is niet geschikt als je een kracht wilt tekenen van 2000 N. Je zou dan een pijl krijgen van 40 cm. Dat is veel te lang. Kies de krachtenschaal daarom zo, dat je de grootste kracht nog op het papier kunt tekenen.



figuur 4 De spierkracht op een schooltas.

EXTRA ZWAARTEKRACHT OP ANDERE PLANETEN

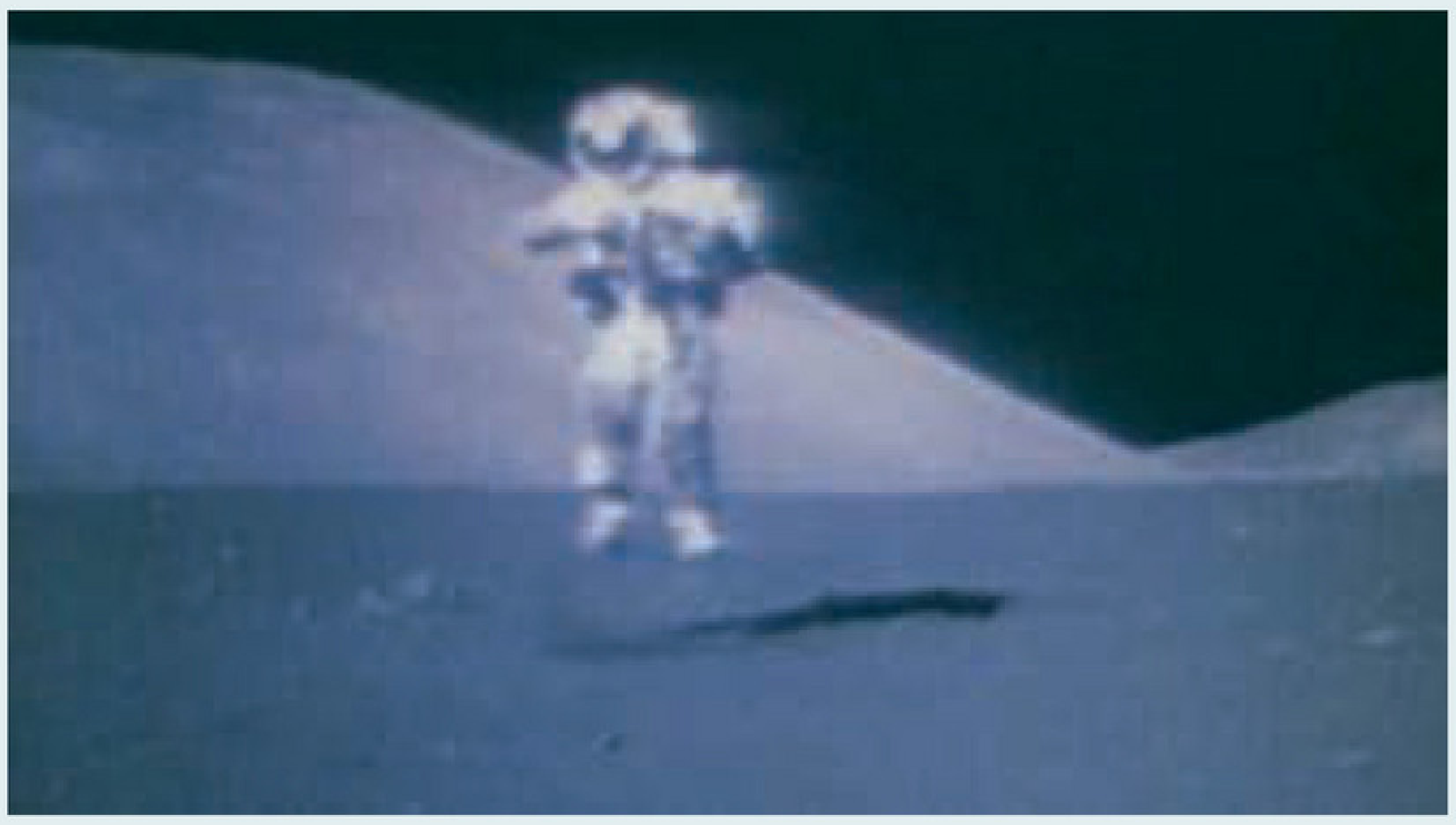
Op aarde is de zwaartekracht op een voorwerp overal even groot. Dat kun je controleren door een steen van 1,0 kg aan een krachtmeter te hangen. De krachtmeter geeft altijd 10 N aan, waar op aarde je ook bent. Nederland, Australië, Amerika of Japan, het maakt niet uit: *g* is overal 10 N/kg.

Als je deze proef op de maan zou doen, krijg je een ander resultaat. De krachtmeter geeft dan maar 1,6 N aan als er een steen van 1,0 kg aan hangt. Op de maan heeft *g* de waarde 1,6 N/kg: ongeveer een zesde van de waarde op aarde. Zou je *g* op een andere planeet dan de aarde meten, dan vind je weer een andere waarde (tabel 1).

tabel 1 De sterkte van de zwaartekracht op de maan en op enkele planeten.

hemellichaam	waarde van *g*
aarde	10 N/kg
maan	1,6 N/kg
Mars	3,7 N/kg
Mercurius	3,7 N/kg
Venus	8,9 N/kg

Dat *g* op de maan veel kleiner is dan op aarde, kun je zien aan de video-opnames die op de maan zijn gemaakt. De astronauten kunnen op de maan erg hoog springen, veel hoger dan op aarde (figuur 5). Als ze van een rotsblok afspringen, komen ze ook veel zachter neer. Het lijkt wel of ze in slow motion bewegen.



figuur 5 Met dezelfde spierkracht spring je op de maan veel hoger.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Er zijn krachtmeters met een slappe veer en krachtmeters met een stugge veer.
Welk soort krachtmeter moet je gebruiken:

a als je een grote kracht moet meten? een krachtmeter met een *slappe* / *stugge* veer

b als je een kleine kracht moet meten? een krachtmeter met een *slappe* / *stugge* veer

2 Wat gebeurt er als je de kracht op een spiraalveer verdubbelt?

○ A Dan wordt de lengte van de veer 2× zo groot.
○ B Dan wordt de lengte van de veer 4× zo groot.
○ C Dan wordt de uitrekking van de veer 2× zo groot.
○ D Dan wordt de uitrekking van de veer 4× zo groot.

3 Vul in.

a Als je een kracht wilt tekenen, moet je eerst een .... kiezen.

b 1 cm ≙ 50 N betekent dat een pijl van .... cm een kracht van .... N voorstelt.

c Een kracht van 150 N teken je op deze schaal als een pijl van .... cm.

TOEPASSING

Gebruik waar nodig het gegeven dat op aarde geldt: g = 10 N/kg.

4 In een tuinwinkel wordt strooizout verkocht in zakken van 25 kg.

a Bereken de zwaartekracht op zo'n zak strooizout.

....

....

....

....

b Monique tekent deze kracht als een pijl van 5 cm.
Welke krachtenschaal heeft ze gebruikt?

....

5 Brenda en Duygu testen hun spierkracht met een even sterk elastiek (figuur 6).

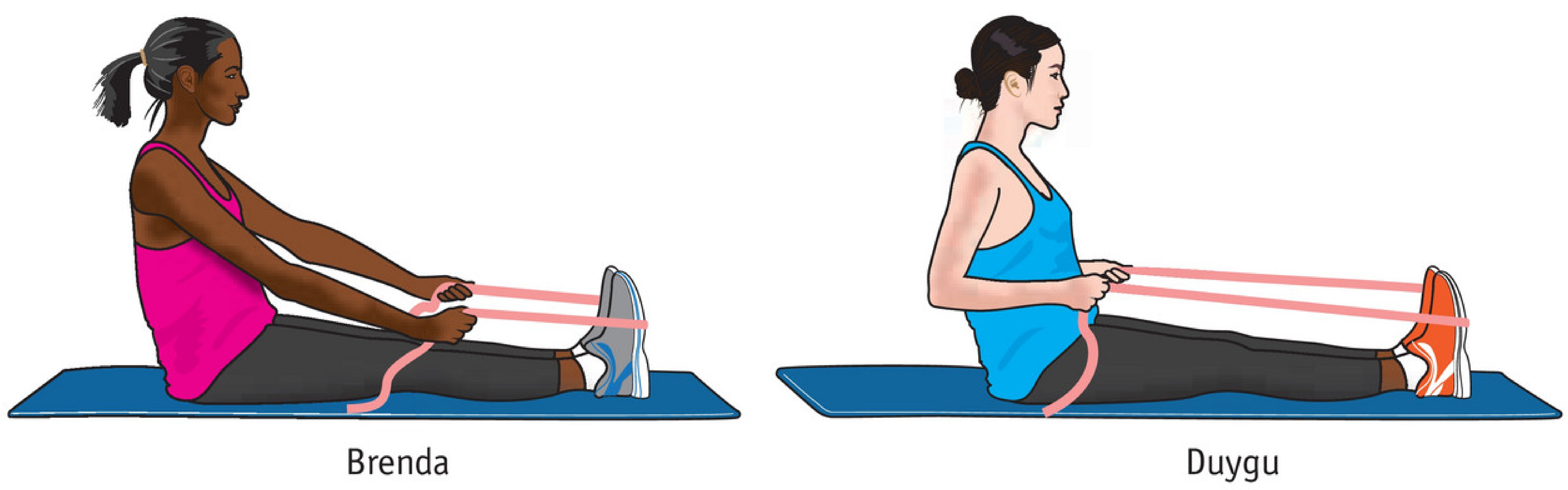
a Wie van de twee oefent de grootste kracht uit? *Brenda / Duygu*

b Waaraan zie je dat?

....

....

figuur 6 Wie is sterker: Brenda of Duygu?



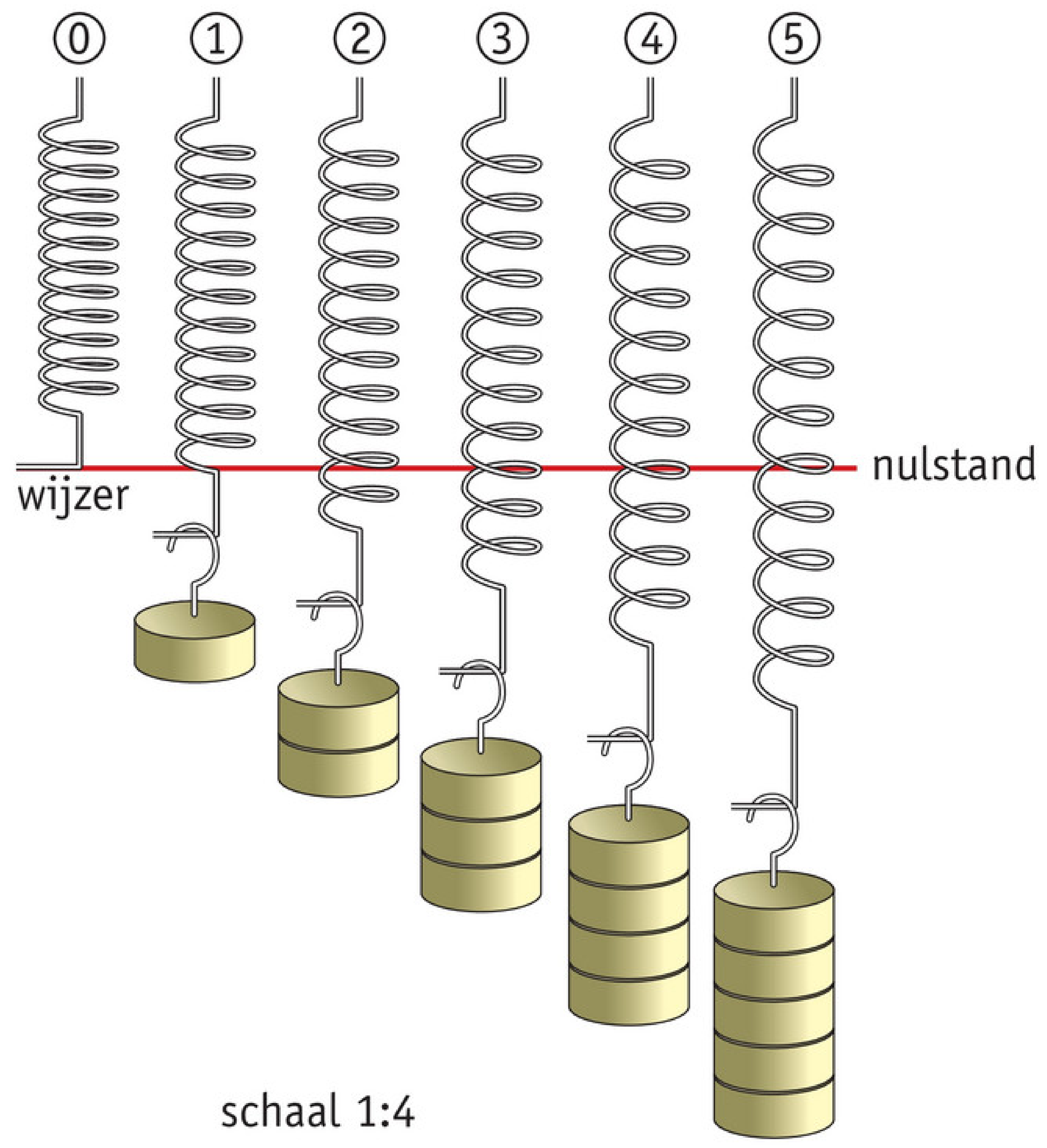
6 Zie de vaardigheid *Werken met tabellen en grafieken*. Willem doet een proef met een spiraalveer (figuur 7). In tabel 2 zie je een deel van zijn meetgegevens.

a Vul de tabel verder in. De tekening is getekend op schaal 1:4. Daarom moet je de gemeten uitrekking steeds met 4 vermenigvuldigen.

b Teken in figuur 8 de grafiek van deze proef.

c Bepaal met behulp van de grafiek:

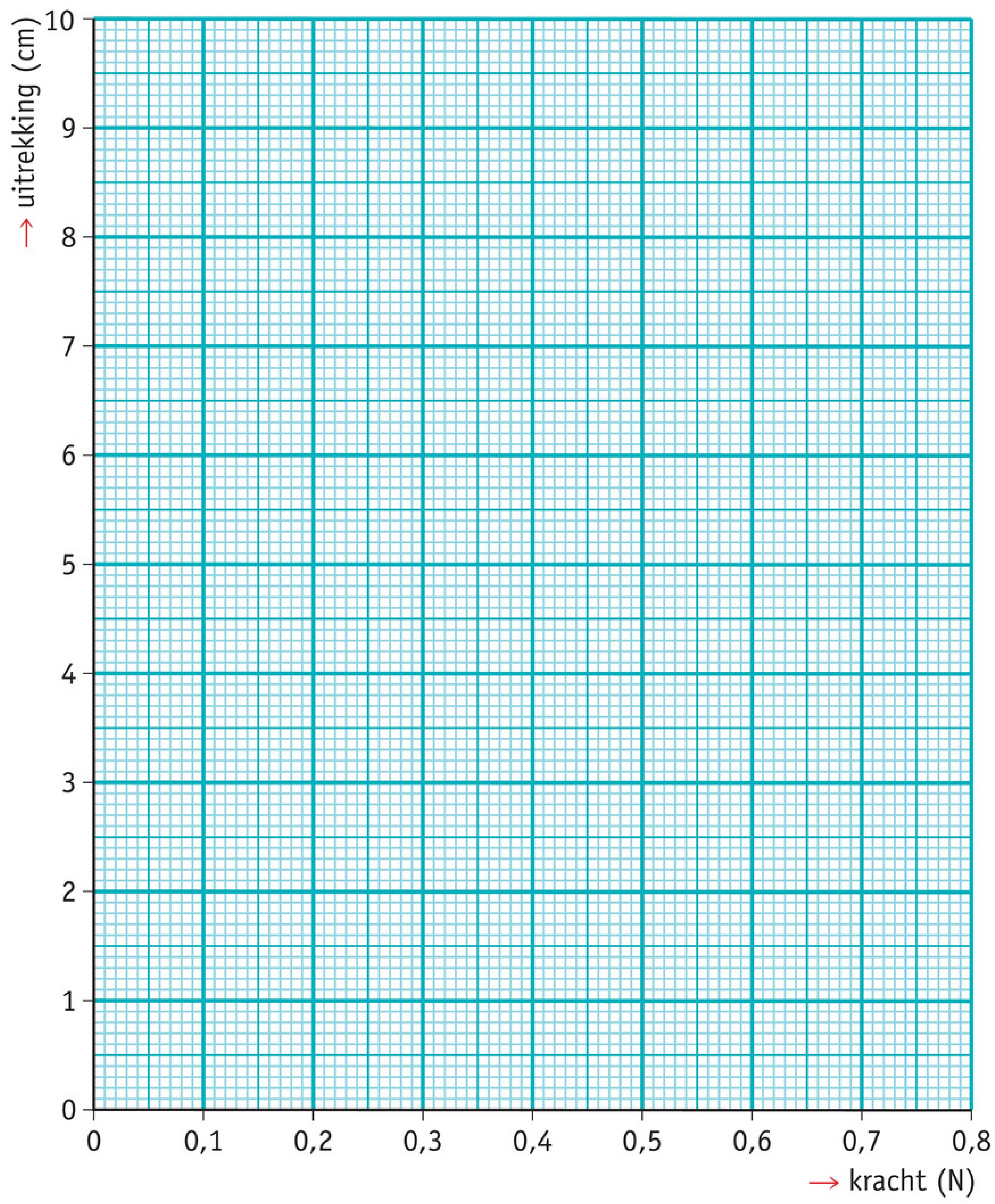
- hoe ver de veer wordt uitgerekt door een kracht van 0,5 N: .... cm
- hoe ver de veer wordt uitgerekt door een kracht van 0,8 N: .... cm



figuur 7 De proef van Willem.

tabel 2 De meetresultaten van Willem.

aantal gewichtjes	kracht op de veer (N)	uitrekking (cm)
0	0	0
1	0,15	4 × 0,45 = 1,8
2	0,30	
3		
4		
5		



figuur 8 De grafiek van Willem.

7

In figuur 9 zie je drie krachtmeters.

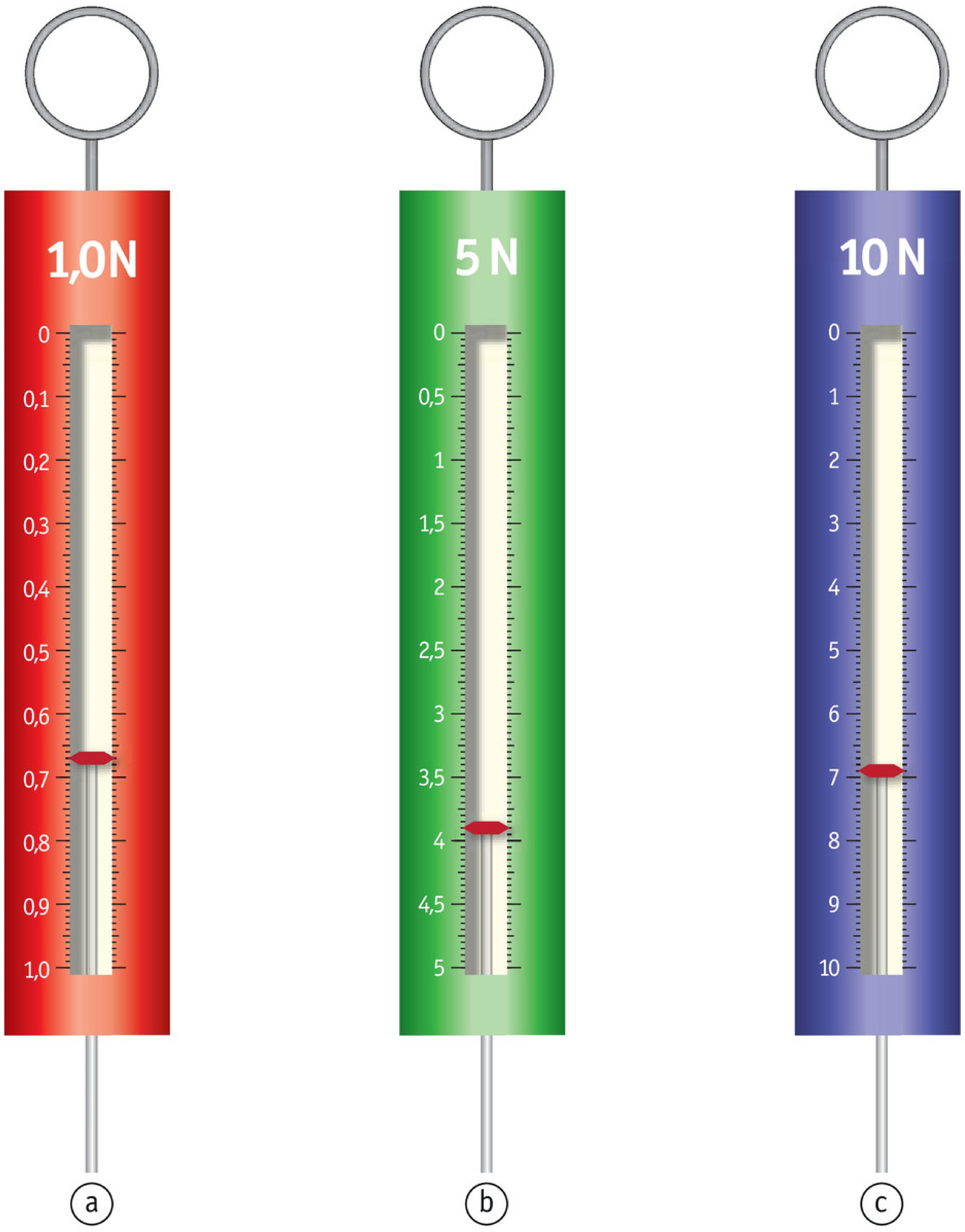
a Hoe groot is de kracht:

- die krachtmeter a aangeeft? .... N
- die krachtmeter b aangeeft? .... N
- die krachtmeter c aangeeft? .... N

b In welke krachtmeter zit de stugste veer? in krachtmeter *a* / *b* / *c*

c In welke krachtmeter zit de slapste veer? in krachtmeter *a* / *b* / *c*

figuur 9 Drie krachtmeters.



8

Bekijk nog eens de krachtmeters uit figuur 9.
Bereken de massa's van de voorwerpen die aan de krachtmeters hangen.

a krachtmeter a:

....

....

....

....

b krachtmeter b:

....

....

....

....

c krachtmeter c:

....

....

....

....

9 In figuur 10 zijn drie krachten getekend. De gebruikte krachtenschaal is 1 cm ≙ 80 N.
Meet de pijlen en bereken hoe groot elke kracht is.

a kracht a:

De lengte van de pijl is: .... cm.

De kracht is dus: .... × 80 N = ... N.

b kracht b:

....

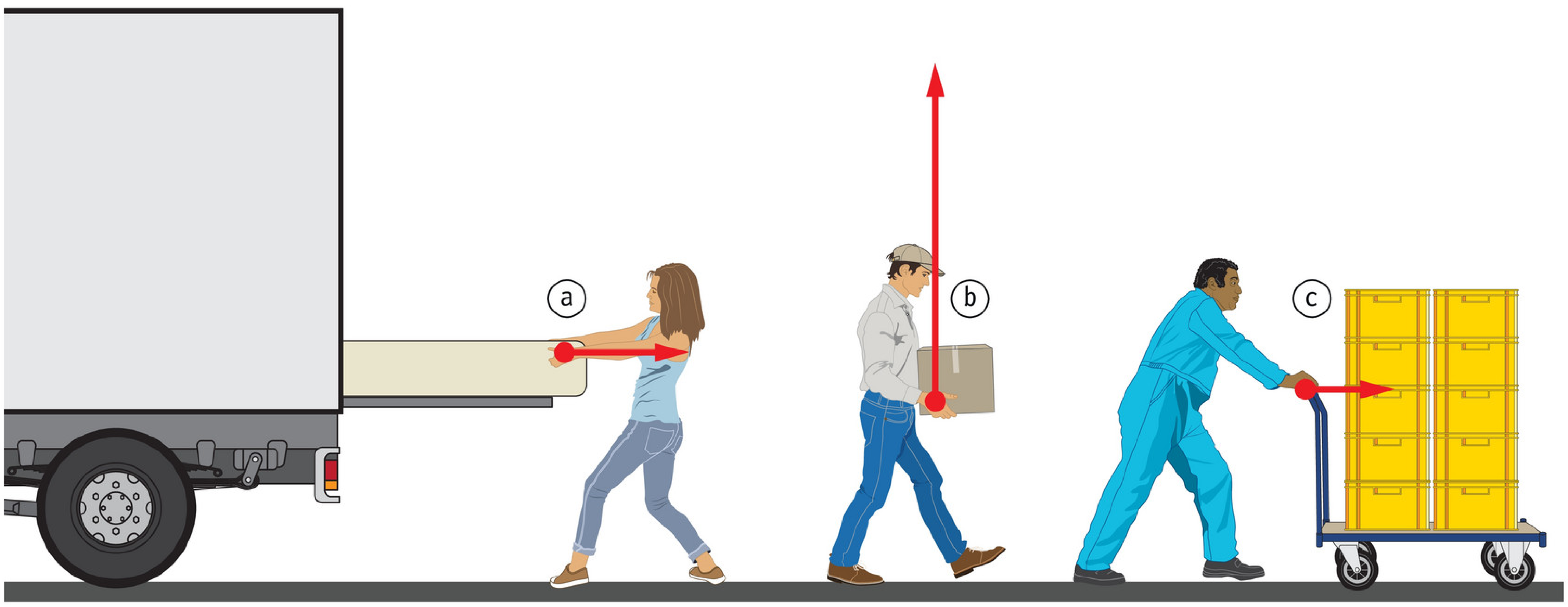
....

c kracht c:

....

....

figuur 10 Om te verhuizen is kracht nodig.



10 Zie de vaardigheid *Rekenen met verhoudingen*.
Als je een kracht gaat tekenen, kies je eerst een krachtenschaal. Daarna bepaal je de lengte van de krachtenpijl. Het is vaak handig om daarvoor een verhoudingstabel te maken.
Bepaal hoe lang je de krachtenpijl moet maken:

a als de kracht 54 N is en de schaal 1 cm ≙ 20 N.

: 20 → x 54 →

kracht (N)	20	1	54
lengte (cm)	1	0,05	

: 20 → x 54 →

Je moet de kracht dus tekenen als een pijl van .... cm.

b als de kracht 85 N is en de schaal 1 cm ≙ 25 N.

: → x →

kracht (N)	25	1	85
lengte (cm)	1		

: → x →

Je moet de kracht dus tekenen als een pijl van .... cm.

c als de kracht 184 N is en de schaal 1 cm ≙ 40 N.

: → x →

kracht (N)			
lengte (cm)	1		

: → x →

Je moet de kracht dus tekenen als een pijl van .... cm.

d als de kracht 1566 N is en de schaal: 1 cm ≙ 400 N.

: → x →

kracht (N)			
lengte (cm)			

: → x →

Je moet de kracht dus tekenen als een pijl van .... cm.

EXTRA ZWAARTEKRACHT OP ANDERE PLANETEN

11 Vul in.

a Op aarde heeft *g* overal dezelfde waarde: ....

b De zwaartekracht op een steen van 1,0 kg is dus overal op aarde even groot: ....

c De zwaartekracht op de maan is veel .... dan die op de aarde.

d Daardoor kan een astronaut op de maan veel .... springen dan op aarde.

12 Lea is de hoofdpersoon in een sciencefictionfilm. Haar massa is 46 kg.

a Bereken de zwaartekracht op Lea's lichaam, als ze zich op aarde bevindt.

....

....

....

....

....

b Bereken de zwaartekracht op Lea's lichaam als ze zich op de maan bevindt.

....

....

....

....

....

c Als Lea zich op Mars bevindt, is de zwaartekracht op haar lichaam 170 N.
Bereken hoe groot de waarde van *g* is op het Marsoppervlak.

....

....

....

....

....

★ **13** Als Lea op de maan is, raapt ze een steen op. Veel kracht kost dat niet, slechts 64 N. Lea neemt de steen mee naar de aarde. Ze merkt dan dat het haar op aarde veel meer moeite kost om de steen op te tillen.
Bereken de zwaartekracht op de steen, als hij op aarde is.

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

Test je kennis met de *Test jezelf*.

3 Nettokracht

LEERDOELEN

3.3.1 Je kunt drie situaties beschrijven waarin de zwaartekracht en een andere kracht elkaar in evenwicht houden.

3.3.2 Je kunt uitleggen op welke manier de andere kracht in deze evenwichtssituaties ontstaat.

3.3.3 Je kunt de nettokracht berekenen die op een voorwerp werkt (in situaties waarbij alle krachten langs dezelfde lijn werken).

EXTRA 3.3.4 Je kunt beschrijven hoe de zwaartekracht, de spankracht en de opwaartse kracht elkaar in evenwicht houden tijdens de tewaterlating van een boot.

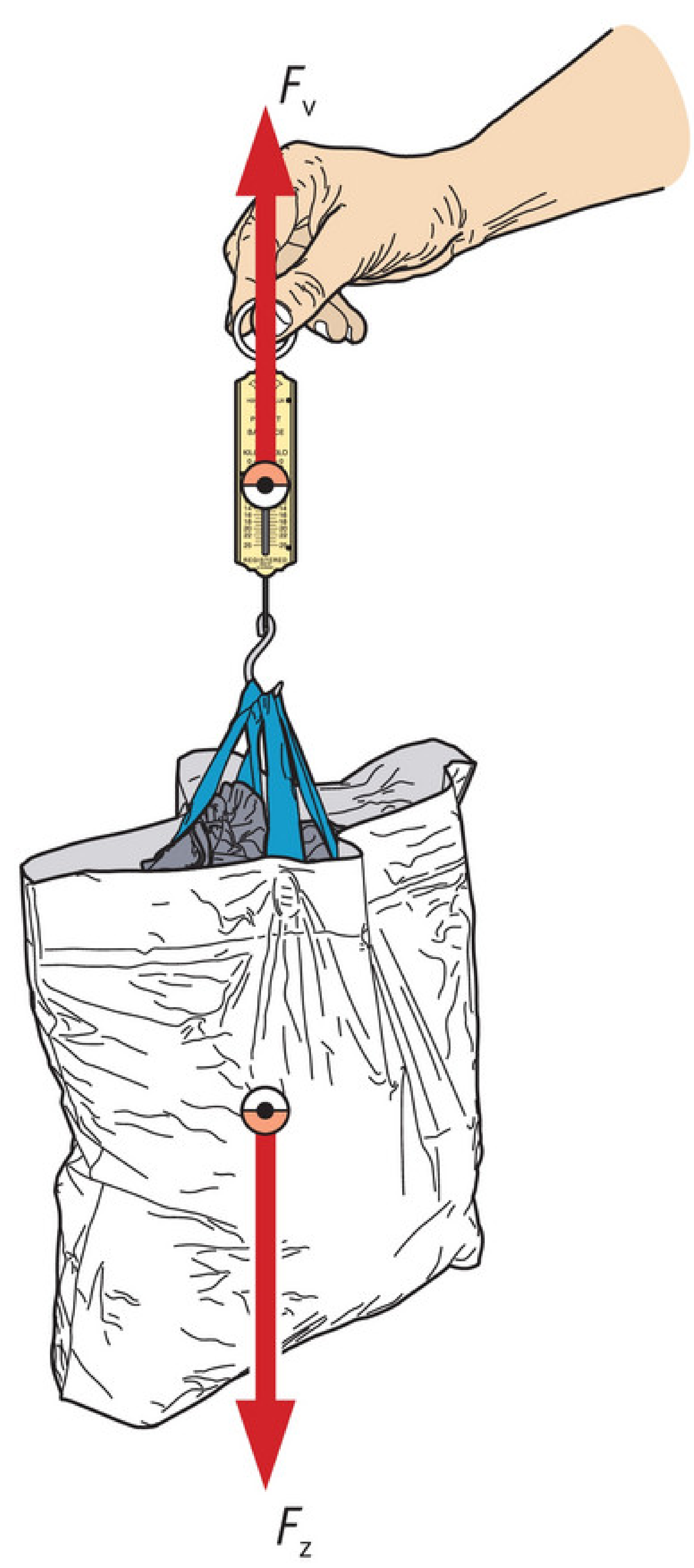
TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	3.3.1	3.3.2	3.3.3	3.3.4
Onthouden	1abc, 2a		2bcd	
Begrijpen	3b, 6a, 8a	3d, 4b, 7b	3c	10abc, 11bcde
Toepassen		4a	3a, 5ab, 6bc, 8c	
Analyseren			7c	11a

Op een schilderij dat aan de muur hangt werkt een zwaartekracht. Toch valt het schilderij niet van de muur. Hoe kan dat?

TWEE KRACHTEN IN EVENWICHT

In figuur 1 zie je een tas met groenten die aan een krachtmeter hangt. Op de tas werken twee krachten: de zwaartekracht en de veerkracht. De zwaartekracht werkt naar beneden, de veerkracht omhoog.

In deze situatie houden de krachten elkaar in **evenwicht**. Ze trekken even hard aan de tas, maar in tegenovergestelde richtingen. Daardoor gebeurt er niets: de tas beweegt niet omhoog en ook niet omlaag. De veerkracht en de zwaartekracht heffen elkaar als het ware op.



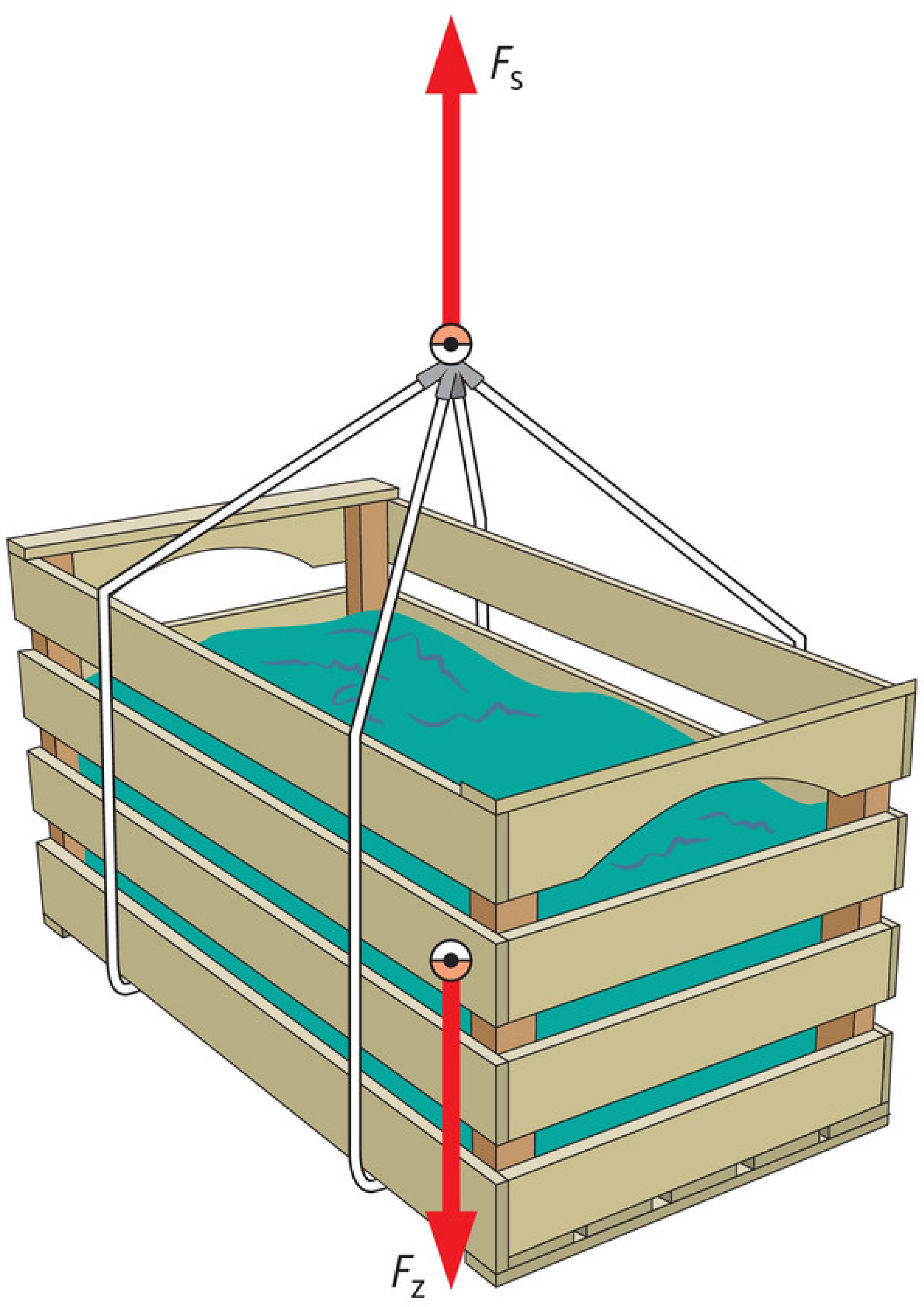
figuur 1 Zwaartekracht en veerkracht.

Als je een voorwerp aan een veer hangt, is er niet meteen evenwicht. Dat zie je ook: het voorwerp beweegt naar beneden en de veer rekt steeds verder uit. Ondertussen wordt de veerkracht steeds groter. Na korte tijd is de veerkracht even groot als de zwaartekracht. Op dat moment is er evenwicht. Het voorwerp blijft dan op dezelfde hoogte hangen.

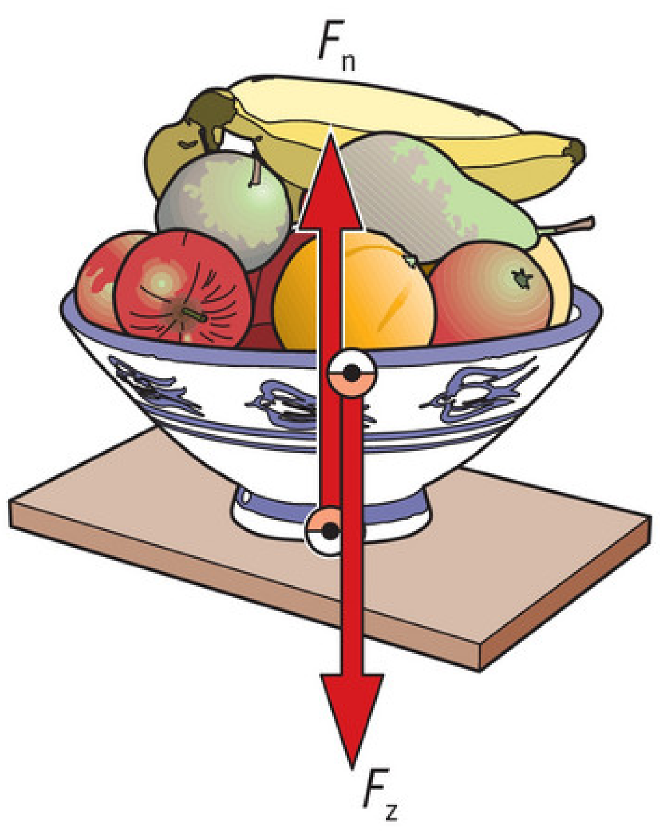
UITREKKEN EN INDRUKKEN

In figuur 2 zie je een kist die aan een touw hangt. Ook in deze situatie zijn er twee krachten die evenwicht maken: de zwaartekracht (F_z) en de spankracht (F_s). De spankracht ontstaat doordat het touw wordt uitgerekt. Je kunt dat vergelijken met de manier waarop de veerkracht ontstaat.

Er is nog een andere kracht die vaak evenwicht maakt met de zwaartekracht. In figuur 3 zie je een voorbeeld: een fruitschaal die op een tafel staat. Het tafelblad wordt door de schaal een heel klein beetje ingedrukt. Daardoor ontstaat een kracht die recht omhoog werkt: de **normaalkracht** (F_n). De normaalkracht maakt evenwicht met de zwaartekracht, zodat de schaal niet naar beneden valt.



figuur 2 Zwaartekracht en spankracht.



figuur 3 Zwaartekracht en normaalkracht.

Veerkracht, spankracht en normaalkracht ontstaan op dezelfde manier: doordat een voorwerp wordt uitgerekt of ingedrukt. Bij de veerkracht is dat duidelijk te zien: de veer wordt uitgerekt. Bij de spankracht en de normaalkracht gebeurt iets soortgelijks, maar het is moeilijker om je dat voor te stellen. Je kunt immers niet met het blote oog zien dat het touw wordt uitgerekt of het tafelblad wordt ingedrukt.

DE NETTOKRACHT

De situaties die je in de figuren 1, 2 en 3 ziet, lijken veel op elkaar. Er zijn steeds twee krachten die evenwicht maken. Daarvoor moet aan drie voorwaarden zijn voldaan:

- de krachten zijn even groot;
- de krachten hebben een tegengestelde richting;
- de krachten werken langs dezelfde lijn (in elkaars verlengde).

Als twee krachten evenwicht maken, heffen ze elkaar op. Het lijkt dan alsof er geen kracht op het voorwerp werkt. Je zegt in dat geval dat de **nettokracht** op het voorwerp 0 N is. De nettokracht is de optelsom van alle krachten samen. De nettokracht wordt ook wel 'resulterende kracht' of 'resultante' genoemd.

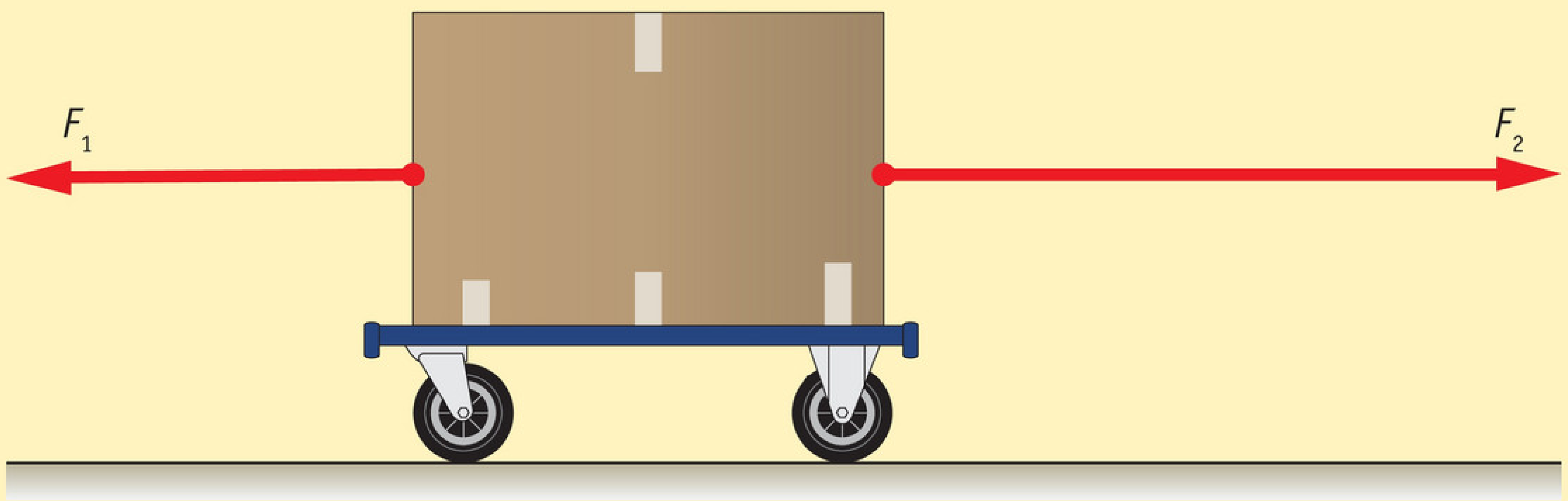
Om de nettokracht op een voorwerp te vinden, pas je twee regels toe:
- krachten in dezelfde richting tel je bij elkaar op;
- krachten in tegengestelde richting trek je van elkaar af.

VOORBEELDOPDRACHT 1
In figuur 4 zie je twee krachten die op een doos werken.
F_1 is 15 N en F_2 is 25 N.
Bereken de nettokracht op de doos. Hoe zal de doos bewegen?

gegevens F_1 = 15 N, naar links
F_2 = 25 N, naar rechts

gevraagd nettokracht = ?
Hoe beweegt de doos?

uitwerking De krachten werken in tegengestelde richting. Je moet ze dus van elkaar aftrekken.
nettokracht = $F_2 - F_1 = 25 - 15 = 10$ N
De doos zal door de nettokracht naar rechts bewegen.



1 cm ≙ 5 N

figuur 4 Hoe zal de doos bewegen?

Soms werken er meer dan twee krachten op een voorwerp. Denk bijvoorbeeld aan een touwtrekwedstrijd tussen twee ploegen. Je moet in zo'n situatie stap voor stap te werk te gaan. Eerst tel je de krachten bij elkaar op die in dezelfde richting werken. Daarna bepaal je de nettokracht.

VOORBEELDOPDRACHT 2

Bij een touwtrekwedstrijd zijn er vier leerlingen die alle vier een kracht op het touw uitoefenen. Boris en Karin trekken naar rechts, Boris met 642 N, Karin met 545 N. Nina en Koos trekken naar links, Nina met 521 N, Koos met 664 N.
Bereken welke partij aan de winnende hand is.

gegevens F_{Boris} = 642 N, naar rechts
F_{Karin} = 545 N, naar rechts
F_{Nina} = 521 N, naar links
F_{Koos} = 664 N, naar links

gevraagd winnende partij = ?

uitwerking De krachten van Boris en Karin naar rechts tel je bij elkaar op.
$F_{rechts} = F_{Boris} + F_{Karin} = 642 + 545 = 1187$ N

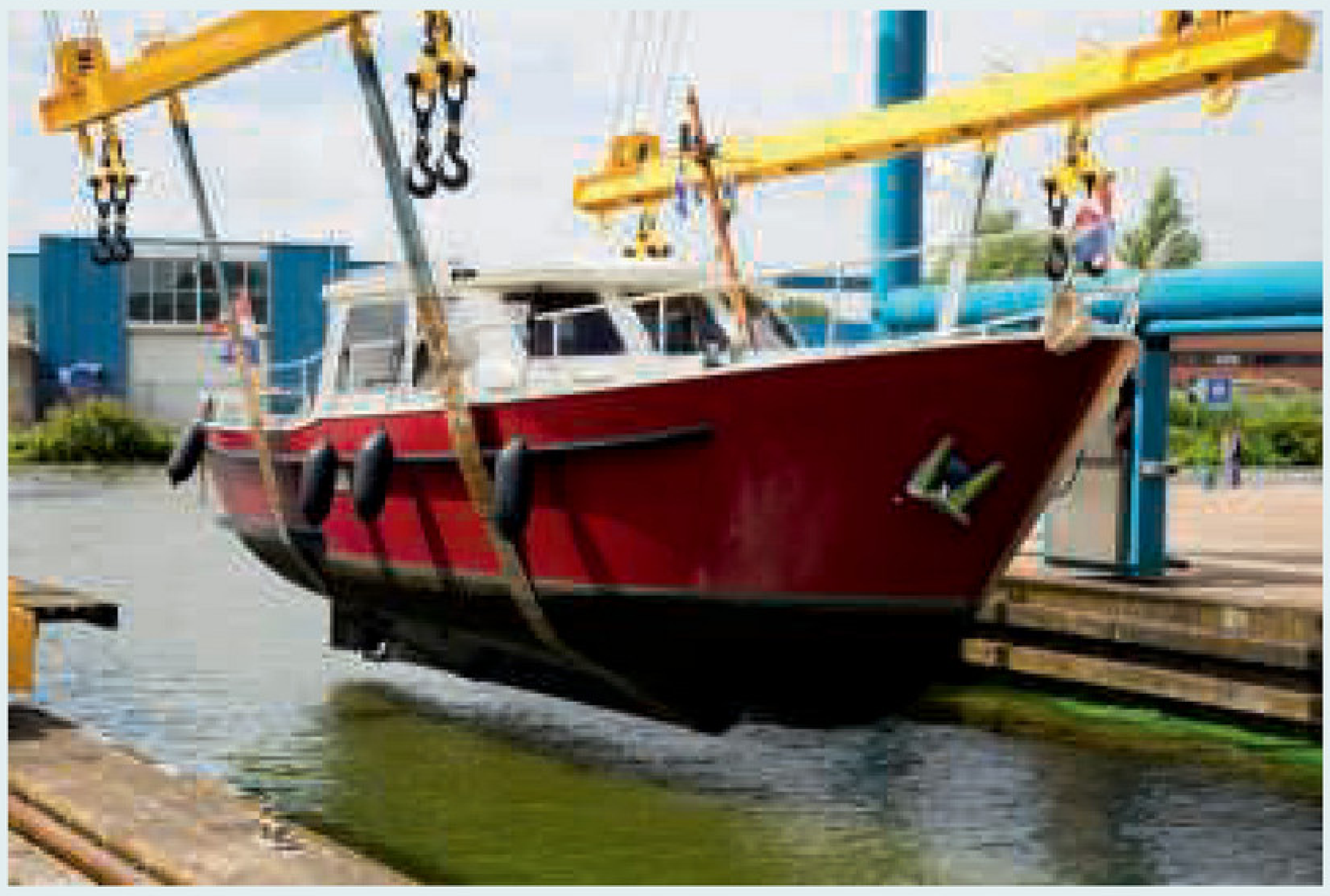
Met de krachten van Nina en Koos naar links doe je hetzelfde.
$F_{links} = F_{Nina} + F_{Koos} = 521 + 664 = 1185$ N

nettokracht = $F_{rechts} - F_{links} = 1187 - 1185 = 2$ N
F_{rechts} is groter dan F_{links}, dus Boris en Karin winnen.

EXTRA ZWAARTEKRACHT EN OPWAARTSE KRACHT

In figuur 5 zie je een boot die met een hijskraan te water wordt gelaten. Dat gebeurt heel voorzichtig. De boot hangt regelmatig even stil. De zwaartekracht F_z maakt dan evenwicht met de andere krachten op de boot.

Als de boot in de lucht hangt, wordt het gewicht van de boot gedragen door de spankracht F_s in de kabels. Die moeten natuurlijk wel sterk genoeg zijn. De zwaartekracht is gelijk aan de spankracht. In formulevorm: $F_z = F_s$



figuur 5 Een boot wordt te water gelaten.

Als de boot het wateroppervlak raakt, ondersteunt het water de boot. Deze ondersteunende kracht van het water heet de opwaartse kracht F_{opw}. De krachten F_s en F_{opw} werken samen om de zwaartekracht op te heffen: $F_z = F_s + F_{opw}$

Hoe verder de boot in het water zakt, des te groter wordt de opwaartse kracht. De kabels hoeven steeds minder gewicht te dragen. Als de boot drijft, hangen de kabels slap. De boot wordt dan helemaal ondersteund door het water: $F_z = F_{opw}$

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Welke twee krachten maken evenwicht:

a bij een tas met groenten die aan een krachtmeter hangt?

....

b bij een kist die aan een touw hangt?

....

c bij een fruitschaal die op een tafel staat?

....

2 Vul in.

a Twee krachten maken evenwicht als ze:

- even .... zijn,
- én een tegengestelde .... hebben,
- én op dezelfde .... liggen.

b Als krachten evenwicht maken, is de nettokracht .... N.

c De nettokracht wordt ook wel de .... kracht of .... genoemd.

d Je vindt de nettokracht op een voorwerp door:

- krachten in dezelfde richting ....
- krachten in tegengestelde richting ....

TOEPASSING

Gebruik waar nodig het gegeven dat op aarde geldt: g = 10 N/kg.

3 Anis is net thuisgekomen uit school. Zijn rugzak met een massa van 13,2 kg staat op de vloer in de gang.

a Bereken de zwaartekracht op de rugzak.

....

....

....

....

b In deze situatie werkt er nog een andere kracht op de rugzak.

Deze kracht is de ....

c Hoe groot is die kracht?

....

d In welke richting werkt deze kracht?

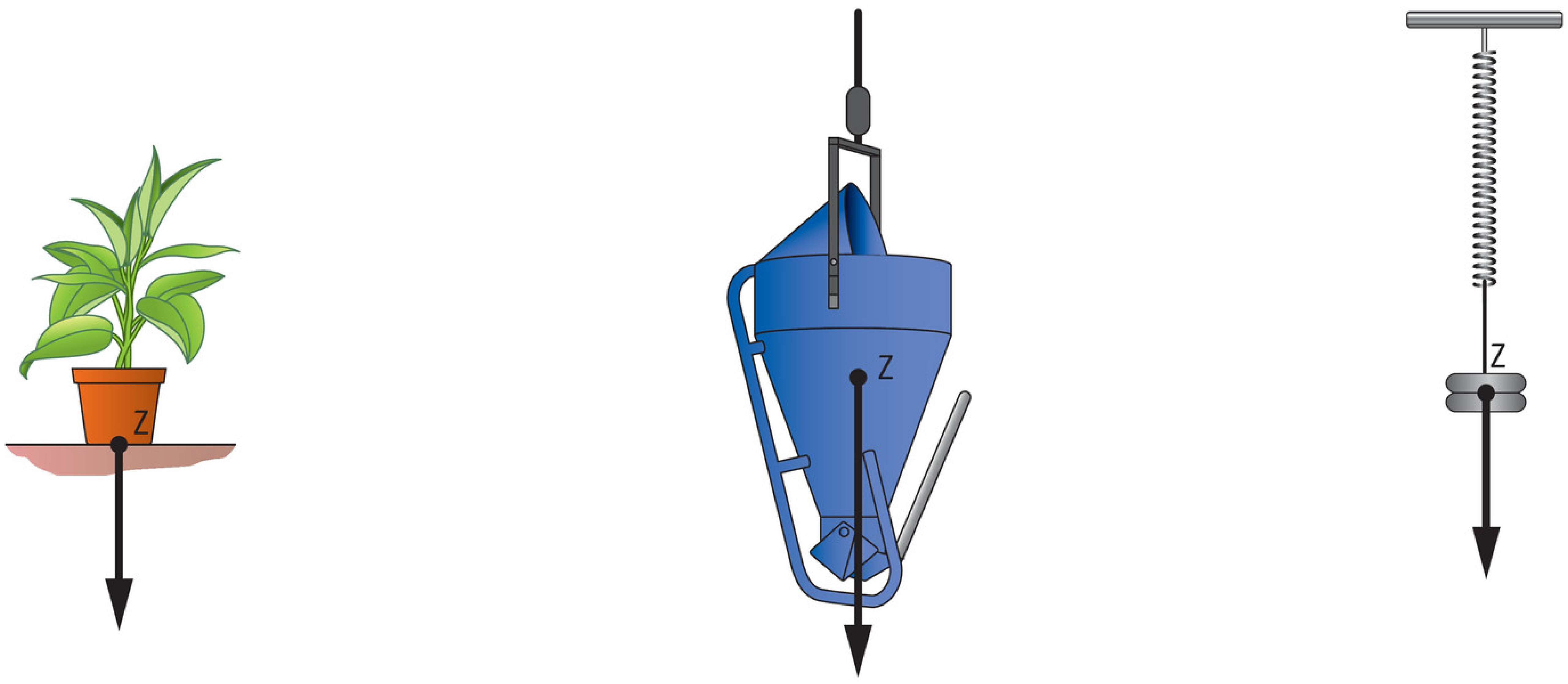
....

4 In figuur 6 zijn drie situaties getekend waarin twee krachten evenwicht maken. Eén van die twee krachten is steeds al ingetekend.

a Teken zelf in elke tekening de andere kracht.

b Noteer onder de tekening hoe de door jou getekende kracht heet.

figuur 6 Drie evenwichtssituaties.



ⓐ .... ⓑ .... ⓒ ....

★ 5 Op een tafel staat een doos met een massa van 2,5 kg. Alexander maakt een krachtmeter vast aan de bovenkant van de doos. Hij trekt de krachtmeter omhoog totdat hij een kracht van 15 N aangeeft.

a Leg uit of de doos nog op de tafel staat of aan de krachtmeter boven de tafel hangt.

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

b Alexander blijft aan de veer trekken met een kracht van 15 N.
Hoe groot is de normaalkracht die de tafel dan op de doos uitoefent?

....

....

....

....

....

6 Een helikopter brengt Erwin (50 kg) in veiligheid nadat zijn camping is overstroomd.
Tijdens de reddingsoperatie hangt Erwin even stil in de lucht (figuur 7).

a Welke twee krachten werken er op Erwin?

....

b Hoe groot zijn die krachten in deze situatie?

....

....

....

....

....

....

....

c Wat betekent dat voor de nettokracht op Erwin?

....

d Teken de twee krachten op schaal in figuur 7.



figuur 7 Een reddingsactie

★ 7

Een bungeejumper springt aan een lang, rubberen elastiek naar beneden.

a Leg uit of de grootte van de zwaartekracht tijdens de sprong verandert.

....

....

....

b Na drie seconden komt de bungeejumper kort tot stilstand op het laagste punt, waarna hij weer omhooggaat.
Welke kracht zorgt ervoor dat de bungeejumper tot stilstand komt?

....

c Hoe verandert de grootte van deze kracht tijdens de eerste drie seconden van de sprong?

....

....

....

....

....

8 In het circus zijn zes acrobaten met een act bezig (figuur 8).

a Jeroen is op het moment dat de foto werd genomen perfect in evenwicht.
Welke drie krachten werken er op dat moment op zijn lichaam?

....

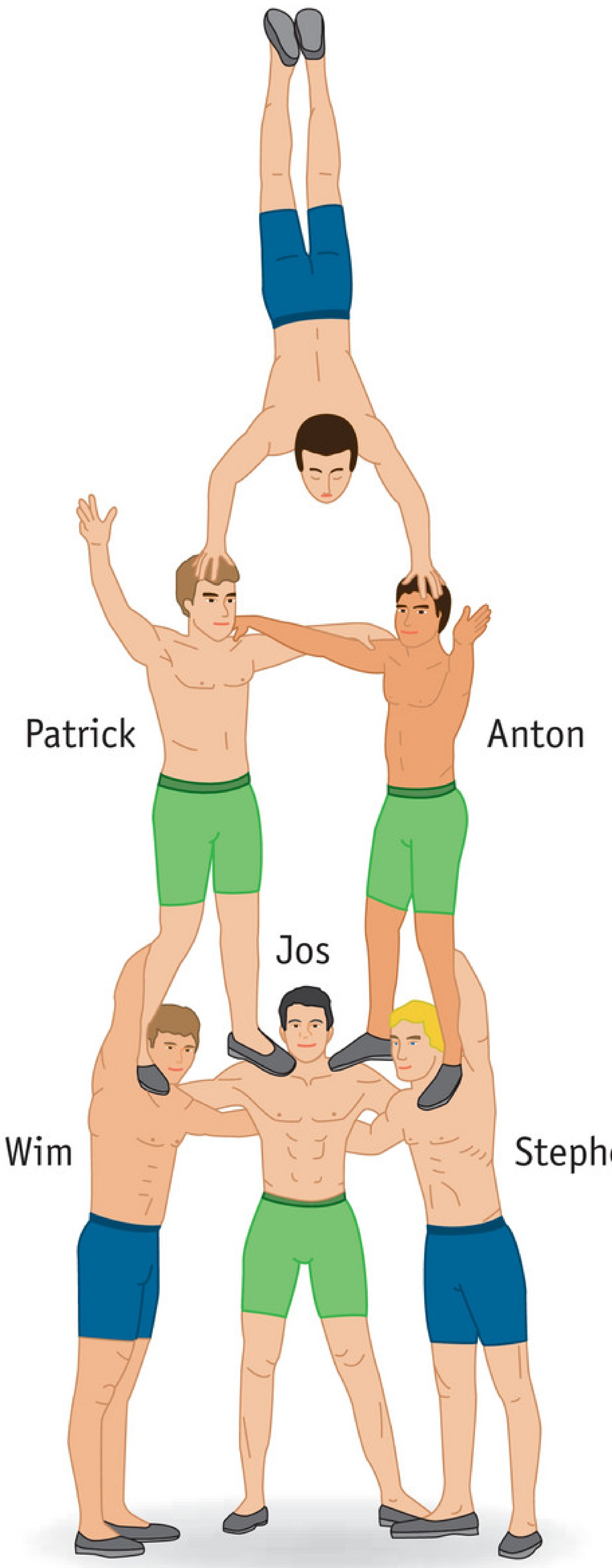
....

....

....

....

....



figuur 8 Zes acrobaten in een circusact.

b Jeroen heeft een massa van 70 kg.
Hoe groot is de zwaartekracht op zijn lichaam?

....

....

....

....

c Leg uit hoe groot de twee andere krachten zijn die je bij a hebt genoteerd.

....

....

★ 9 Een expander is een fitnessapparaat dat uit twee handgrepen bestaat, met daartussen één of meer trekveren. De trekveren die bij het apparaat horen, zijn allemaal even stug.

a Els kan een expander met twee veren 40 cm uitrekken.
Leg uit hoe ver ze een expander met één veer zou kunnen uitrekken.

....

....

....

....

....

....

b Hoe ver zou Els een expander met vier veren kunnen uitrekken?

....

....

....

EXTRA ZWAARTEKRACHT EN OPWAARTSE KRACHT

10 Een zeilboot wordt te water gelaten met behulp van een hijskraan.
Vul in.

a Als de boot stilhangt boven het water, werken er twee krachten op de boot:

de .... en de ....

b Als de boot langzaam in het water zakt, werken er drie krachten op de boot:

de.., de .... en de ....

c Als de boot in het water drijft en de hijskabel slap hangt, werken er nog twee

krachten op de boot: de .... en de ....

★ 11 Jonas hangt een aluminium blokje aan een krachtmeter. Daarna laat hij het blokje langzaam onder water zakken (figuur 9).

a Verandert de uitslag van de krachtmeter als het blokje langzaam onder water verdwijnt?

- ○ A Ja, hij geeft een steeds grotere kracht aan.
- ○ B Ja, hij geeft een steeds kleinere kracht aan.
- ○ C Nee, de uitslag van de meter verandert niet.

b Welke drie krachten werken er op het blokje als dat onder water is?

....

....

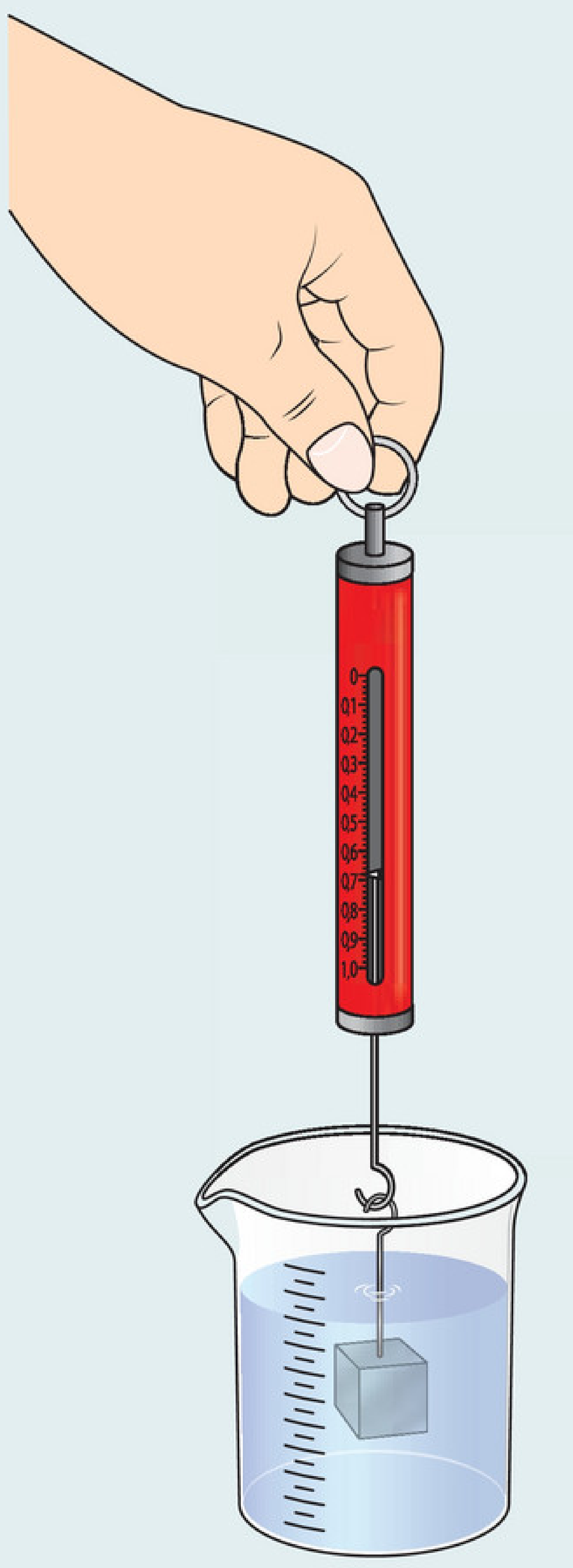
....

c Wat kun je zeggen over de richting van deze krachten?

....

....

....



figuur 9 De proef van Jonas.

d Welke van de drie krachten is het grootst? de ....

e Hoe groot is de nettokracht op het blokje als dat stilhangt onder water?

....

Test je kennis met de *Test jezelf*.

4 Krachten in werktuigen

LEERDOELEN

3.4.1 Je kunt uitleggen of een werktuig een enkele of een dubbele hefboom vormt.
3.4.2 Je kunt het draaipunt van een hefboom aanwijzen in een foto of een tekening.
3.4.3 Je kunt uitleggen wat bij een hefboom wordt bedoeld met de werkkracht en de last.
3.4.4 Je kunt uitleggen hoe je met een kleine werkkracht een grote last kunt uitoefenen.
3.4.5 Je kunt de grootte van een kracht of een arm met de hefboomregel berekenen.
EXTRA 3.4.6 Je kunt je kennis over hefbomen toepassen op werktuigen waarbij het draaipunt aan één van de uiteinden zit.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	3.4.1	3.4.2	3.4.3	3.4.4	3.4.5	3.4.6
Onthouden		2b	1, 2c	2d, 10a	2a	
Begrijpen	3ab	7a		5b, 6b, 7d, 8b, 10b	7bc	11b, 12abcd
Toepassen				9b	4, 5a, 6, 8a	11a
Analyseren				9a		

Met je vingers krijg je een vastgedraaide moer niet los. Met een steeksleutel gaat dit heel gemakkelijk. Hoe komt het dat het losdraaien met een steeksleutel zoveel gemakkelijker gaat?

JE SPIERKRACHT VERGROTEN

Je gebruikt elke dag je spierkracht om dingen los te draaien, open te maken of op te tillen. Vaak heb je daar geen hulpmiddelen voor nodig. Maar soms lukt het niet om iets met blote handen voor elkaar te krijgen. In dat geval gebruik je een werktuig. Dat helpt je om meer kracht uit te oefenen.

Een steeksleutel is een goed voorbeeld van een werktuig. Met zo'n sleutel kun je een moer losdraaien die stevig vastzit (figuur 1). Je gebruikt de sleutel daarbij als **hefboom**. Zoals elke hefboom heeft een steeksleutel een **draaipunt**, soms aangegeven met een P. In figuur 1 is dat draaipunt aangegeven met een rode stip.

In deze situatie heb je te maken met twee krachten. De spierkracht werkt op het uiteinde van de steeksleutel, ver van het draaipunt. Hierdoor oefent de sleutel een kracht uit op de moer, dicht bij het draaipunt. De kracht op de moer is veel groter dan de spierkracht. Daardoor kan een fietsenmaker de moer gemakkelijk losdraaien.

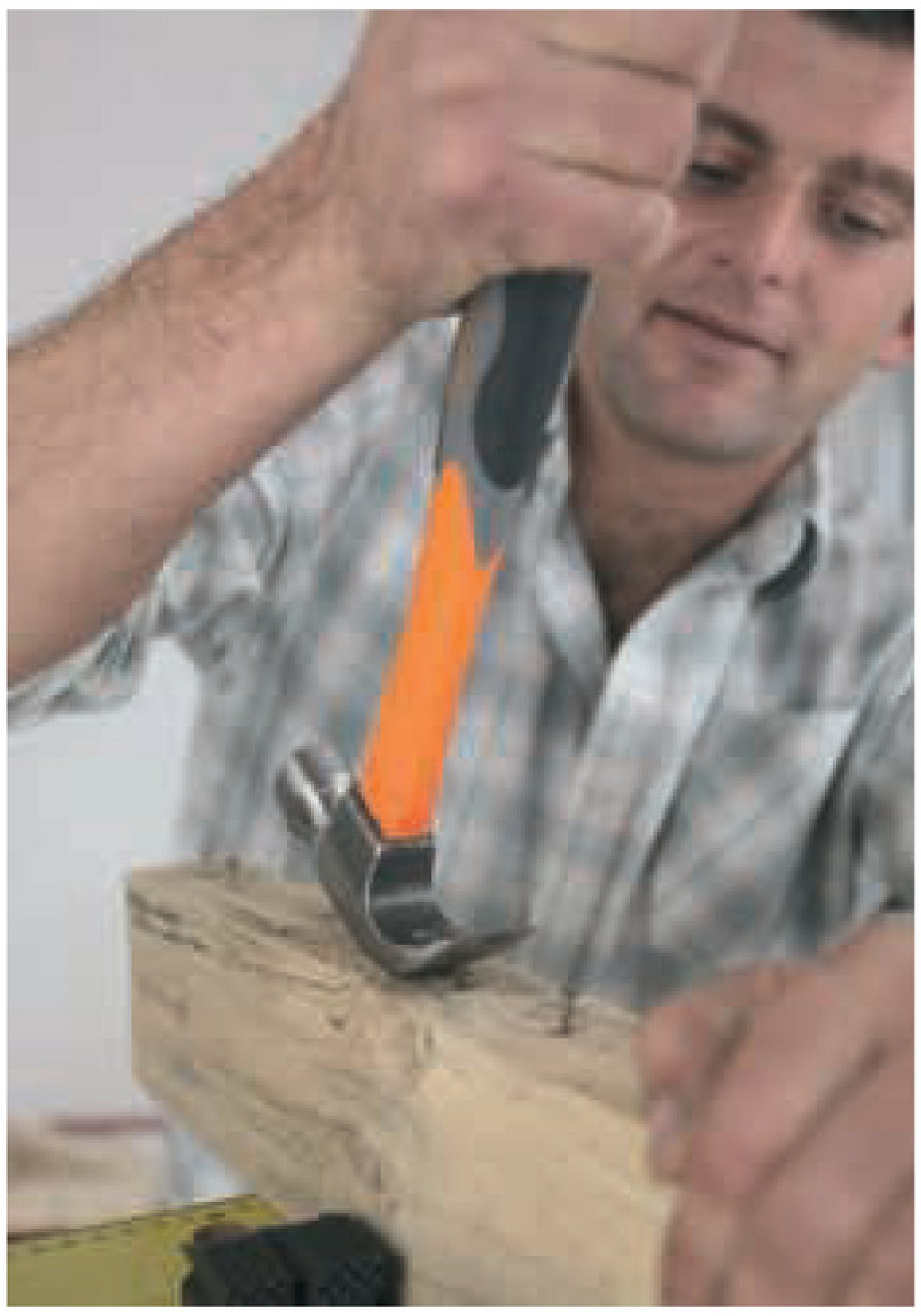


figuur 1 Een fietsenmaker aan het werk.

WERKEN MET HEFBOMEN

PROEF 4

Een steeksleutel, een klauwhamer, een flessenopener, een deurkruk, een nijptang, de pedalen van je fiets, het zijn allemaal hefbomen (figuur 2 en 3). Een hefboom is een stevig uitgevoerd voorwerp dat kan draaien rond een draaipunt. Je kunt er flink tegenaan duwen zonder dat hij doorbuigt.



figuur 2 Een timmerman aan het werk.



figuur 3 Een flesopener is een hefboom.

Als je een hefboom gebruikt, zijn er twee krachten van belang. Je hebt dat al gezien bij een steeksleutel. Om te beginnen oefen je zelf een kracht uit op de hefboom. Die kracht noem je de **werkkracht** (F_1). De hefboom gaat hierdoor een kracht uitoefenen op een ander voorwerp. Die kracht noem je de **last** (F_2).

Als je een hefboom gebruikt, laat je de werkkracht ver van het draaipunt aangrijpen. Het aangrijpingspunt van de last moet juist dicht bij het draaipunt liggen. Dat zorgt ervoor dat de last veel groter is dan de werkkracht.

DE HEFBOOMREGEL

Je kunt de krachten op een hefboom uitrekenen met de **hefboomregel**:

werkkracht × werkarm = last × lastarm

of in symbolen:

$$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$$

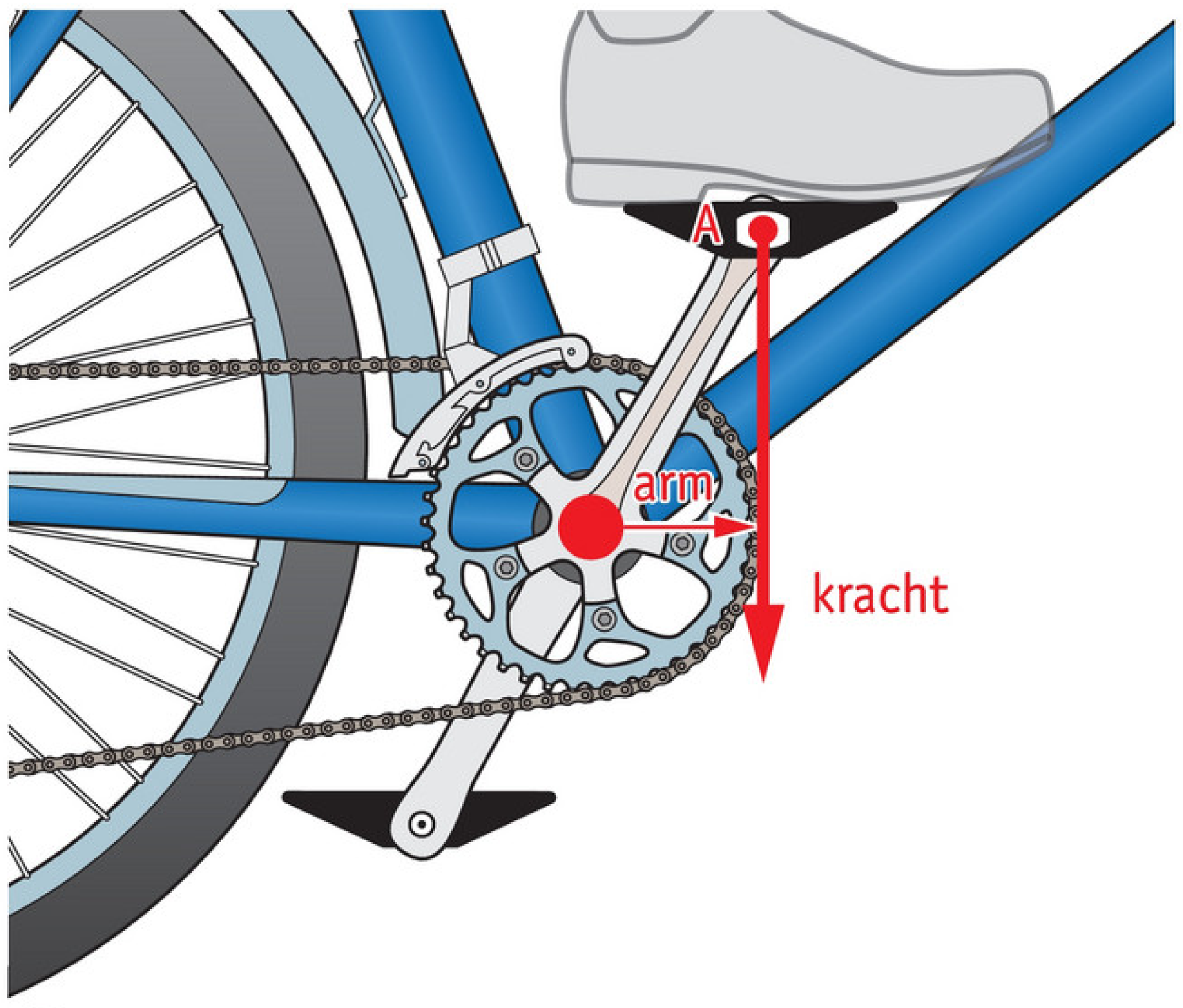
In deze formule is:
- F_1 de werkkracht en F_2 de last, in newton (N);
- l_1 de werkarm en l_2 de lastarm, in meter (m).

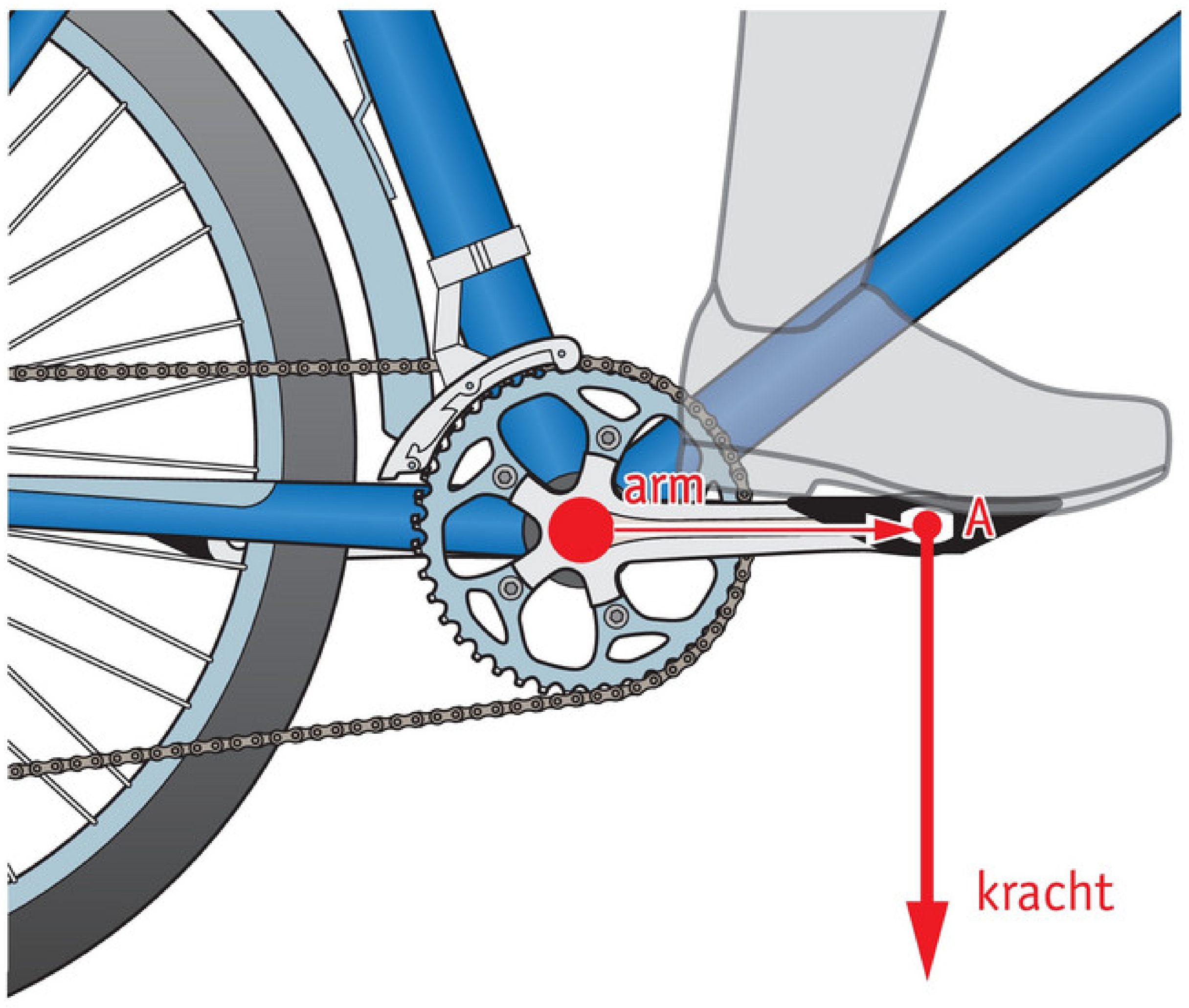
Je kunt l_1 en l_2 ook invullen in cm, zolang je dat maar bij beide armen doet.

ARM

De **arm** (l) van een kracht is de afstand tot het draaipunt. In figuur 4 kun je zien hoe je de arm van een kracht kunt meten. De arm staat altijd loodrecht op de lijn waarlangs de kracht werkt. Let erop dat de arm niet hetzelfde is als de lengte van de hefboom. In figuur 4 is twee keer dezelfde hefboom getekend, maar de arm in figuur 4a is kleiner dan de arm in figuur 4b.

figuur 4 Zo kun je de arm van de trapkracht bepalen.





Bij werktuigen wordt er altijd voor gezorgd dat de **werkarm** (l_1) groot is en de **lastarm** (l_2) klein. Uit de hefboomregel volgt dan dat de werkkracht (F_1) klein moet zijn en de last (F_2) groot. Dat F_1 klein is en F_2 groot, is precies de bedoeling. Je gebruikt een hefboom om met weinig inspanning toch een grote kracht te kunnen uitoefenen.

VOORBEELDOPDRACHT 1

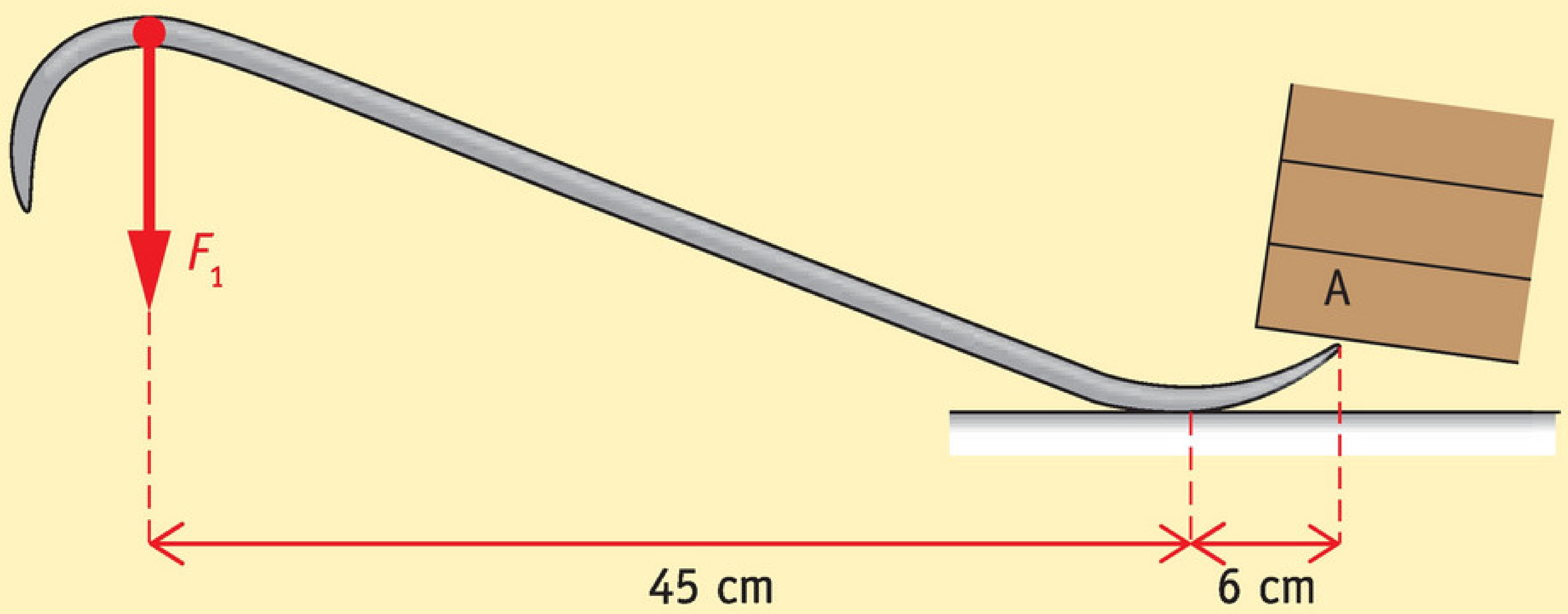
In figuur 5 zie je hoe een koevoet wordt gebruikt om een zware kist op te tillen. Bij A wordt een kracht van 1200 N op de kist uitgeoefend.
Bereken de benodigde werkkracht F_1.

gegevens $F_1 = ?$ $F_2 = 1200$ N
$l_1 = 45$ cm $l_2 = 6$ cm

gevraagd $F_1 = ?$

uitwerking $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$
$F_1 \times 45 = 1200 \times 6$
$F_1 \times 45 = 7200$

$F_1 = \frac{7200}{45} = 160$ N

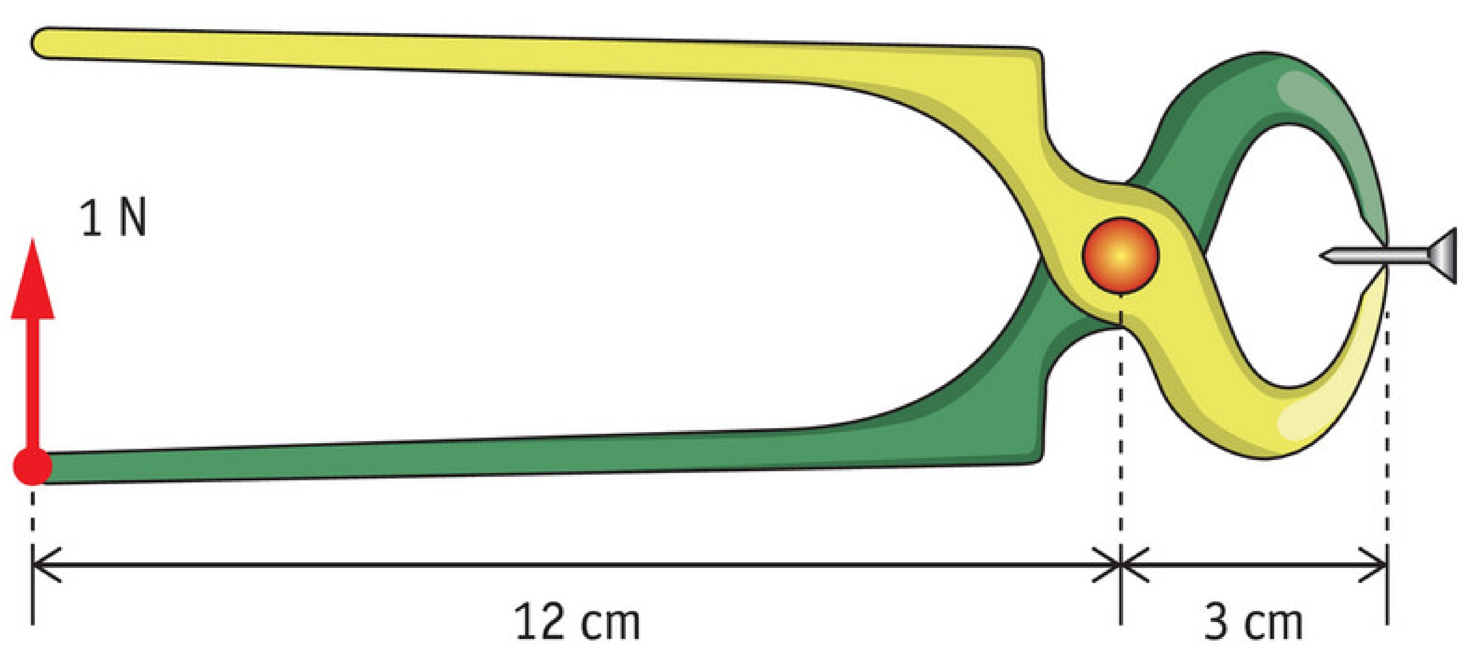


figuur 5 Een kist optillen.

In figuur 5 is de werkarm (l_1) 7,5× zo groot als de lastarm (l_2). De spierkracht (F_1) is daardoor 7,5× zo klein als de last (F_2): geen 1200 N, maar 160 N.

DUBBELE HEFBOMEN

Tangen en scharen bestaan uit twee hefbomen die om hetzelfde draaipunt draaien. In figuur 6 zie je zo'n **dubbele hefboom**: de ene hefboom is geel-, de andere is groengekleurd.



figuur 6 Een dubbele hefboom: de nijptang.

VOORBEELDOPDRACHT 2

Met de hefboomregel kun je nagaan dat een tang je spierkracht een stuk groter maakt. Bereken hoeveel keer de nijptang in figuur 6 je kracht groter maakt.

gegevens F_1 = 1,0 N F_2 = ?
l_1 = 12,0 cm l_2 = 3,0 cm

gevraagd Hoeveel keer maakt de nijptang je kracht groter?

uitwerking Reken eerst F_2 uit:

$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$

$1{,}0 \times 12{,}0 = F_2 \times 3{,}0$

$12{,}0 = F_2 \times 3{,}0$

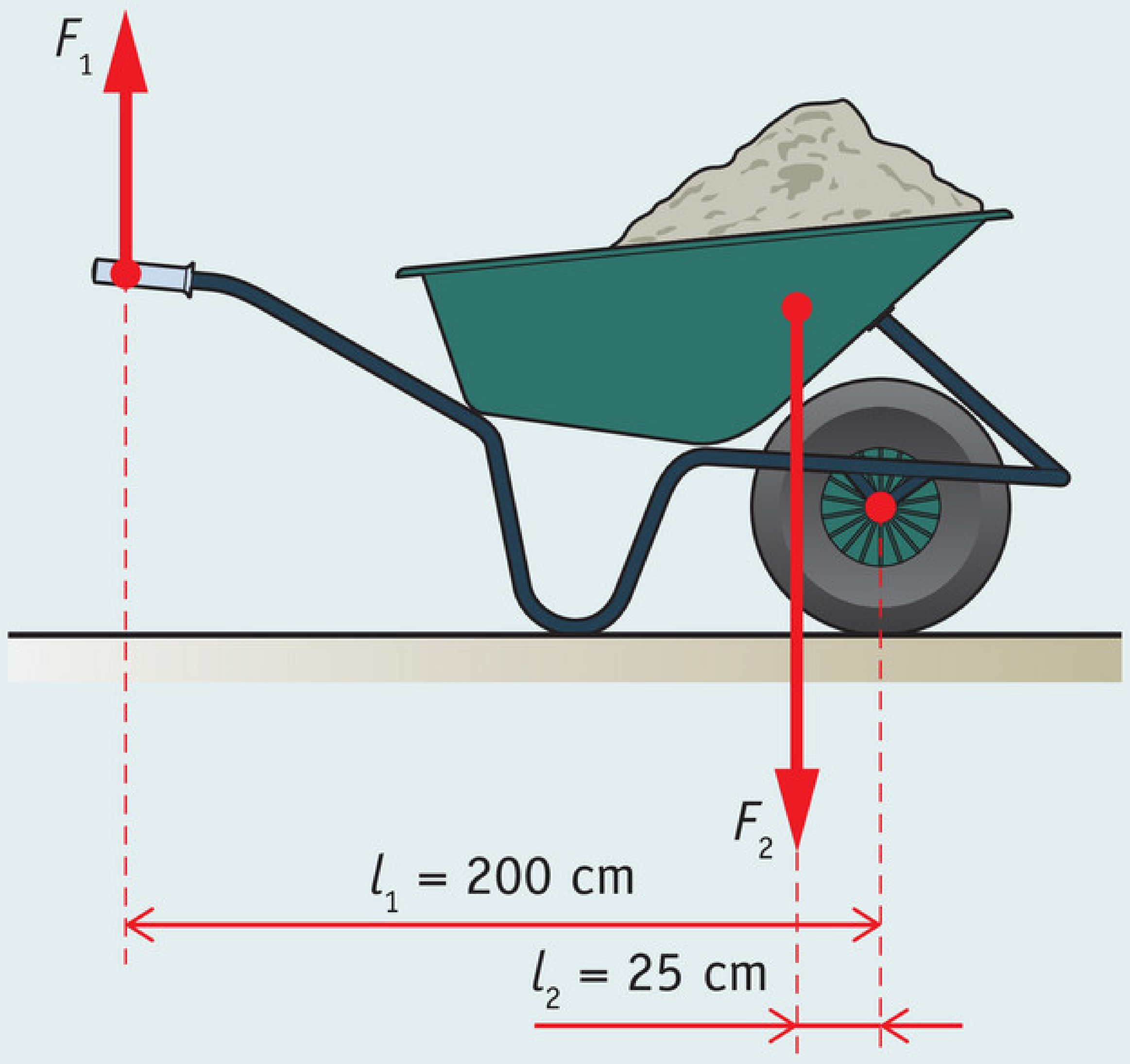
$F_2 = \frac{12{,}0}{3{,}0} = 4{,}0\ \text{N}$

$\frac{F_2}{F_1} = \frac{4{,}0}{1{,}0} = 4$

De nijptang maakt je kracht vier keer groter.

EXTRA HEFBOMEN MET EEN DRAAIPUNT AAN EEN UITEINDE

Bij veel hefbomen ligt het draaipunt tussen de werkkracht en de last. Maar er zijn ook hefbomen waarbij het draaipunt aan een van de uiteinden zit. Dat zie je bij de kruiwagen in figuur 7. De last en de werkkracht liggen daar allebei links van het draaipunt (de as van het wiel). Ook op dit soort hefbomen kun je de hefboomregel toepassen. Let er wel op dat je de armen dan juist meet.



figuur 7 Deze kruiwagen heeft het draaipunt in het wiel.

VOORBEELDOPDRACHT 3

Khair heeft 100 kg zand in de kruiwagen geschept (figuur 7). Nu wil hij de kruiwagen optillen.
Bereken de tilkracht die Khair moet uitoefenen.

Reken eerst de zwaartekracht op het zand uit:

$F_z = m \cdot g = 100 \times 10 = 1000$ N

Gebruik dan de hefboomregel.

gegevens F_1 = ? F_2 = 1000 N
l_1 = 200 cm l_2 = 25 cm

gevraagd F_1 = ?

uitwerking $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$
$F_1 \times 200 = 1000 \times 25$
$F_1 \times 200 = 25\,000$

$F_1 = \frac{25\,000}{200} = 125$ N

Khair moet dus een kracht uitoefenen van 125 N (in werkelijkheid iets meer, omdat er geen rekening is gehouden met de zwaartekracht op de kruiwagen zelf).

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1

Kies in elke zin de juiste mogelijkheid.
Als je een hefboom gebruikt, zijn er twee krachten van belang. De kracht die je zelf op de hefboom uitoefent, noem je de *last* / *werkkracht*. De kracht die de hefboom op een ander voorwerp uitoefent, noem je de *last* / *werkkracht*.
Je laat de werkkracht *dicht bij* / *ver van* het draaipunt aangrijpen. Het aangrijpingspunt van de last ligt juist *dicht bij* / *ver van* het draaipunt. Dat zorgt ervoor dat de werkkracht veel *groter* / *kleiner* kan zijn dan de last.

2

Vul in.

a De hefboomregel luidt:

.... × .... = ... × ....
of in de vorm van een formule:

.... · .... = ... · ....

b De arm van een kracht is de loodrechte ....

tussen de kracht en het .... van de hefboom.

c Bij werktuigen wordt er altijd voor gezorgd dat de werkarm (l_1) .... is en de

lastarm (l_2) ....

d Uit de hefboomregel volgt dan dat de werkkracht (F_1) .... moet zijn en de

last (F_2) ....

TOEPASSING

3

Bij werktuigen die je in huis gebruikt zijn er enkele hefbomen (zoals een steeksleutel) en dubbele hefbomen (zoals een nijptang).

a Noteer drie werktuigen die uit één hefboom bestaan.

....

....

b Noteer drie werktuigen die uit twee hefbomen bestaan.

....

....

4 Je kunt een koevoet gebruiken om een kist te openen (figuur 8).
Bereken de kracht die de koevoet uitoefent op het deksel van de kist.

gegevens F_1 = ... N F_2 = ?

l_1 = ... cm l_2 = ... cm

gevraagd F_2 = ?

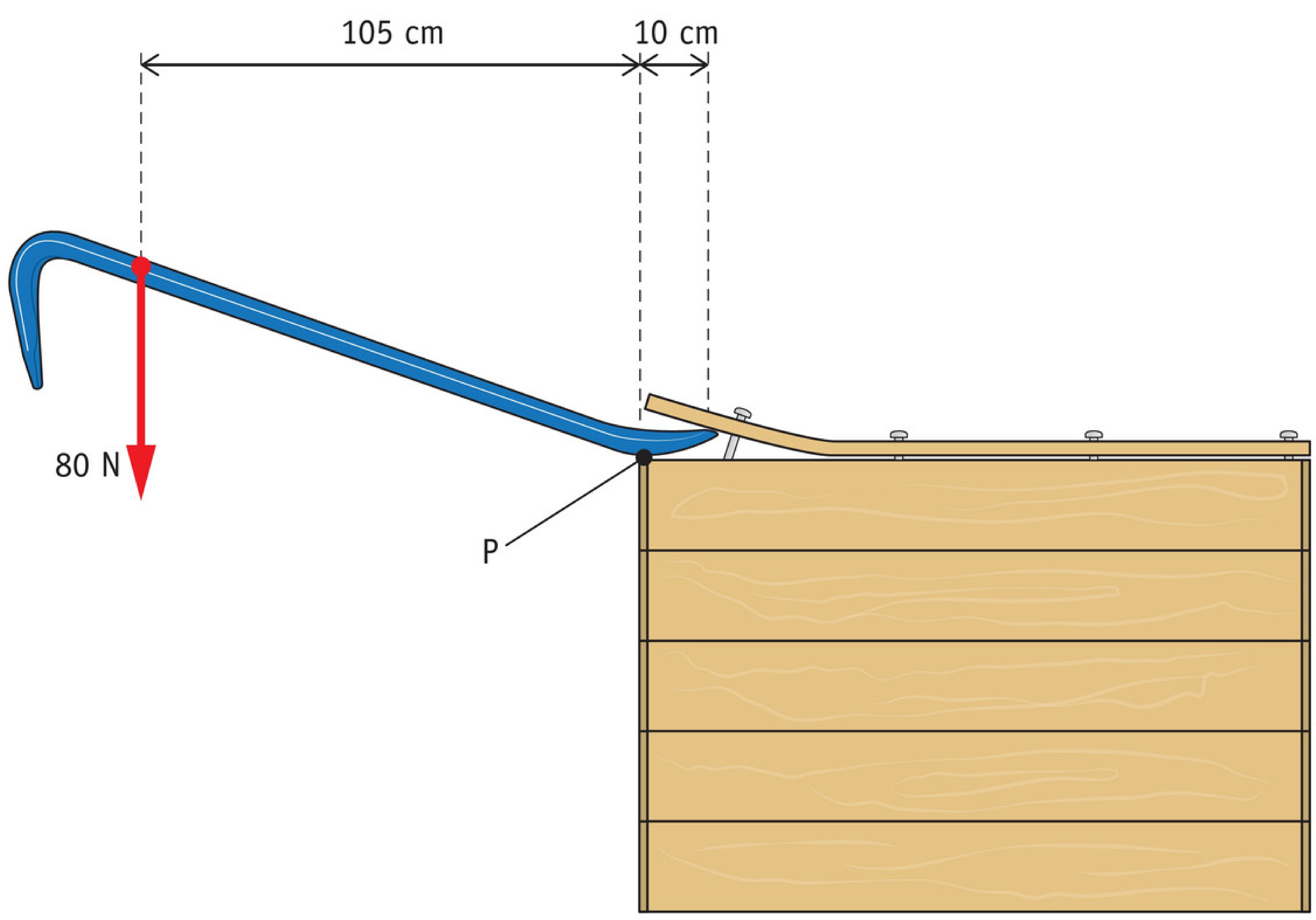
uitwerking $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$

....

....

....

....



figuur 8 Werken met een koevoet.

5 Met een flesopener krijg je een limonadeflesje snel open (figuur 9).

a Bereken de kracht van de opener op de dop.

gegevens F_1 = ... N F_2 = ?

l_1 = ... cm l_2 = ... cm

.... F_2 ....

....

....

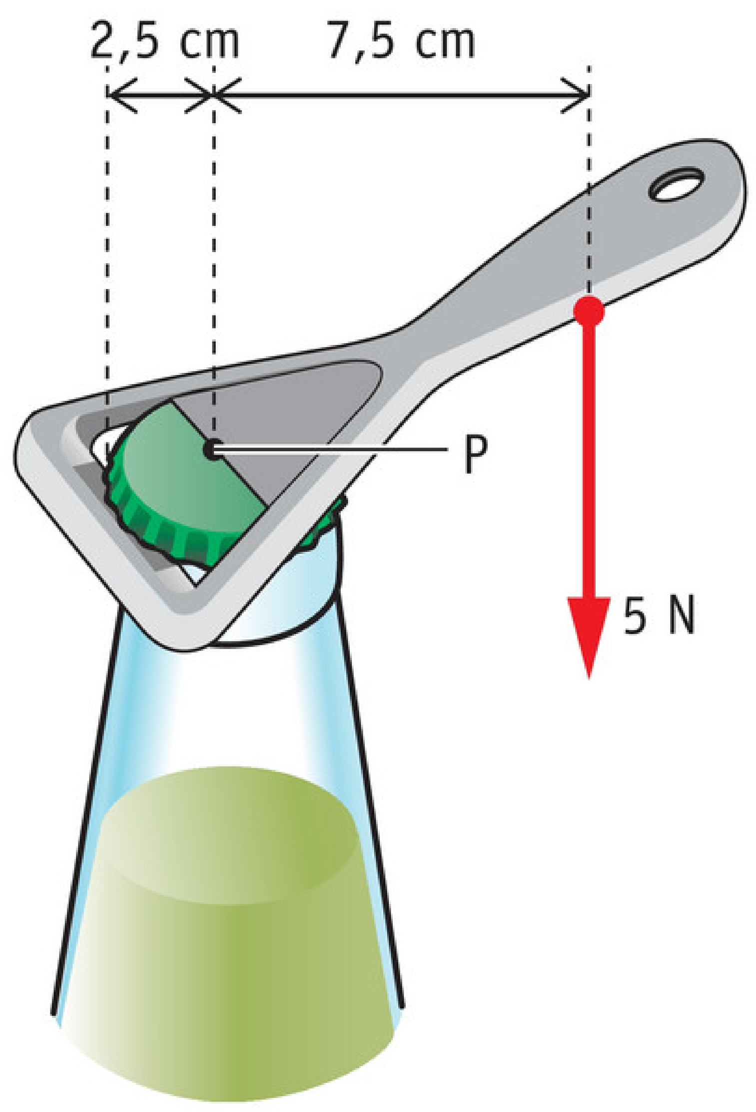
....

....

b Vul in.

De lastarm is .... × zo .... als de werkarm.

De last is .... × zo .... als de werkkracht.



figuur 9 Een limonadeflesje openen.

6

Met een schroevendraaier kun je een verfblik openmaken (figuur 10). Daarvoor moet je een kracht van 200 N op het deksel uitoefenen.
Bereken hoe hard je daarvoor op de schroevendraaier moet duwen.

....

....

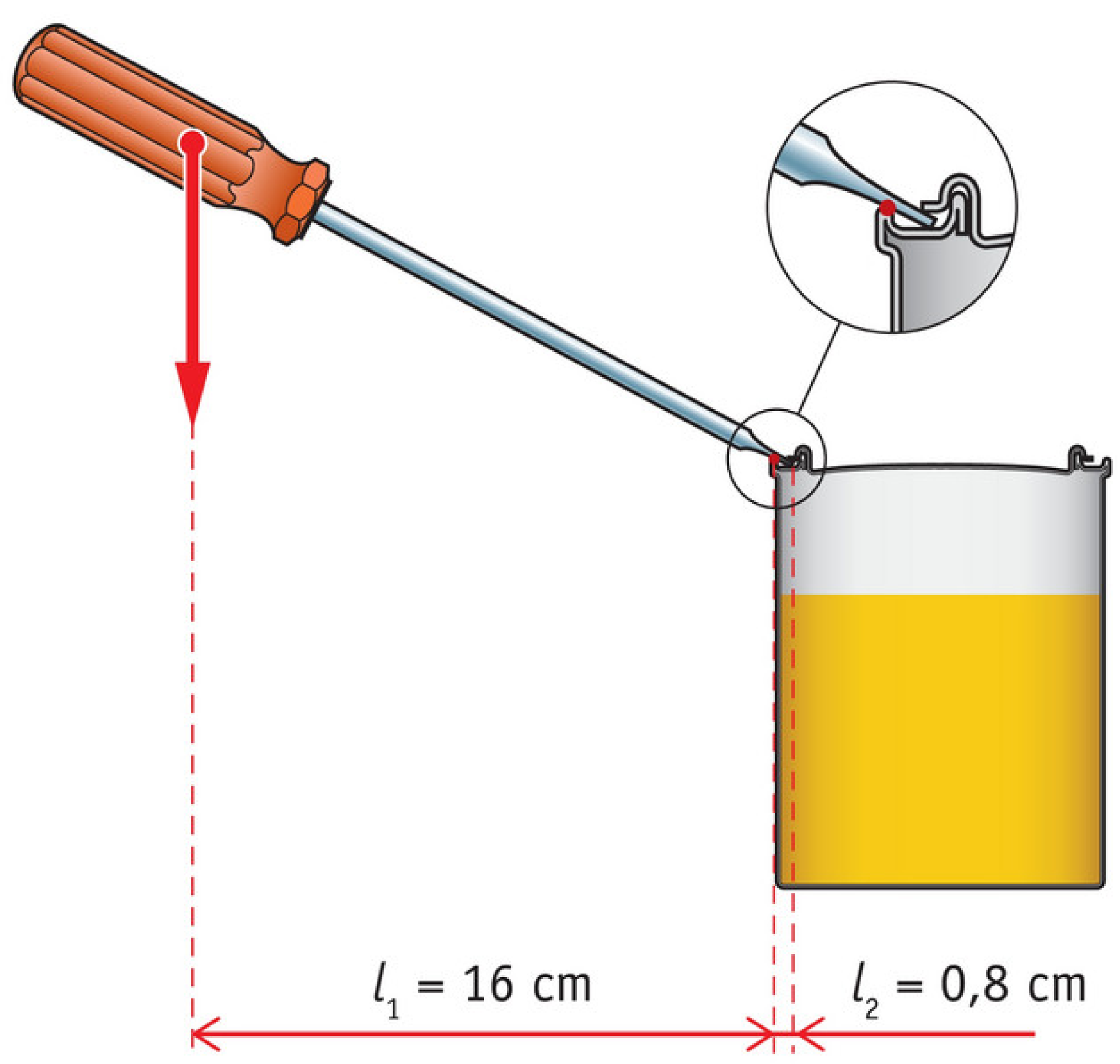
....

....

....

....

....



figuur 10 Zo open je een verfblik.

7 Een combinatietang bestaat uit twee hefbomen. In de tekening van figuur 11 wordt de tang gebruikt om een draad door te knippen.

a Geef het draaipunt aan met een rode stip.

b Kleur de ene hefboom geel en de andere groen.

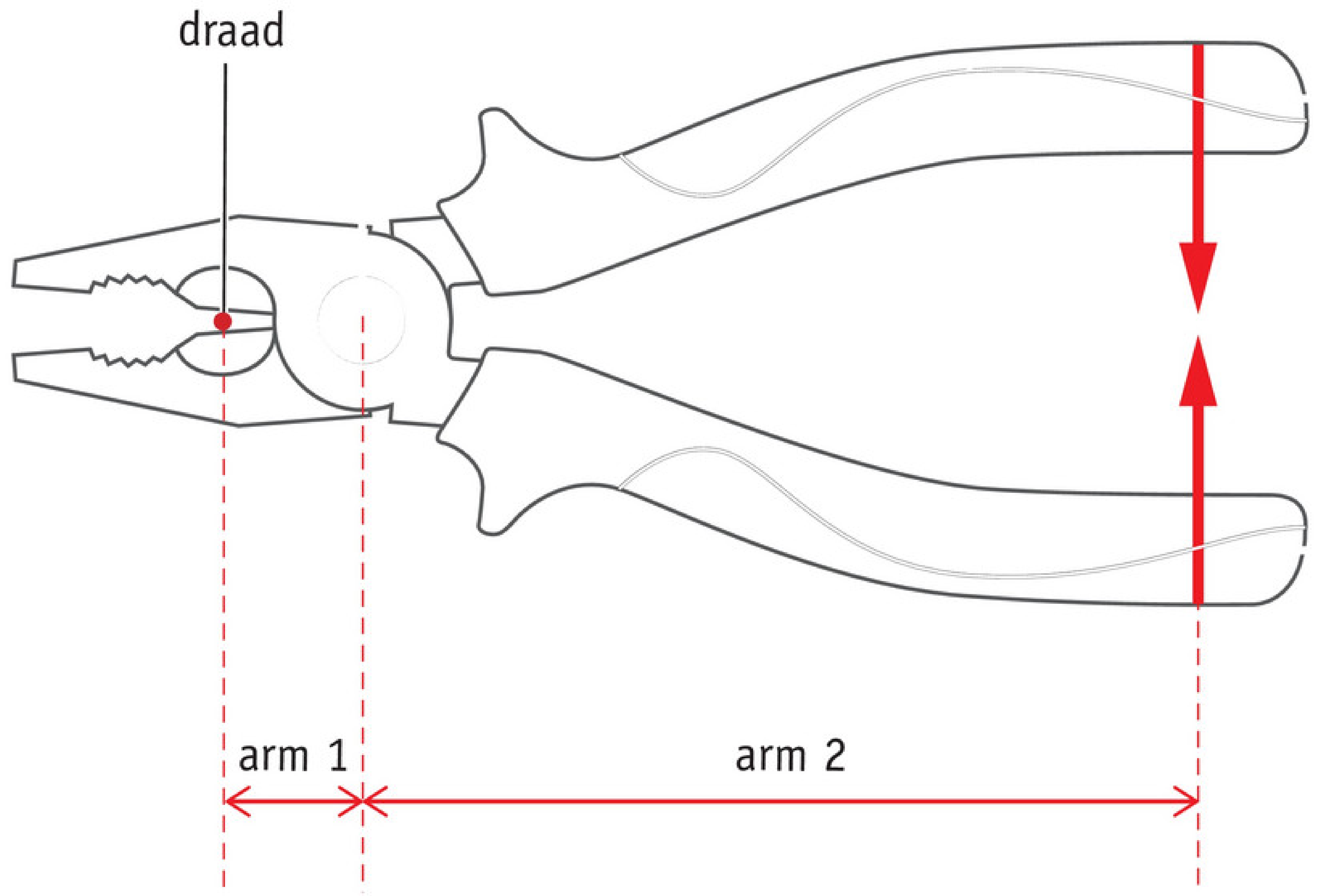
c Meet en noteer:

- de lengte van arm 1: .... cm
- de lengte van arm 2: .... cm

d Vul in.

De lastarm is .... × zo .... als de werkarm.

De last is dus .... × zo .... als de werkkracht.



figuur 11 Een combinatietang.

8 Een boer gebruikt een nijptang om ijzerdraad in elkaar te draaien en daarna af te knippen (figuur 12a). Hij duwt bij de stippellijn links met 40 N op de handvatten.

a Bereken hoe groot de kracht op het ijzerdraad dan is.

....

....

....

....

....

....

....

....

b De boer heeft ook een nijptang met een kleinere bek (figuur 12b).
Wordt de kracht op het ijzerdraad met deze nijptang kleiner of juist groter (als hij met dezelfde kracht knijpt)?

....

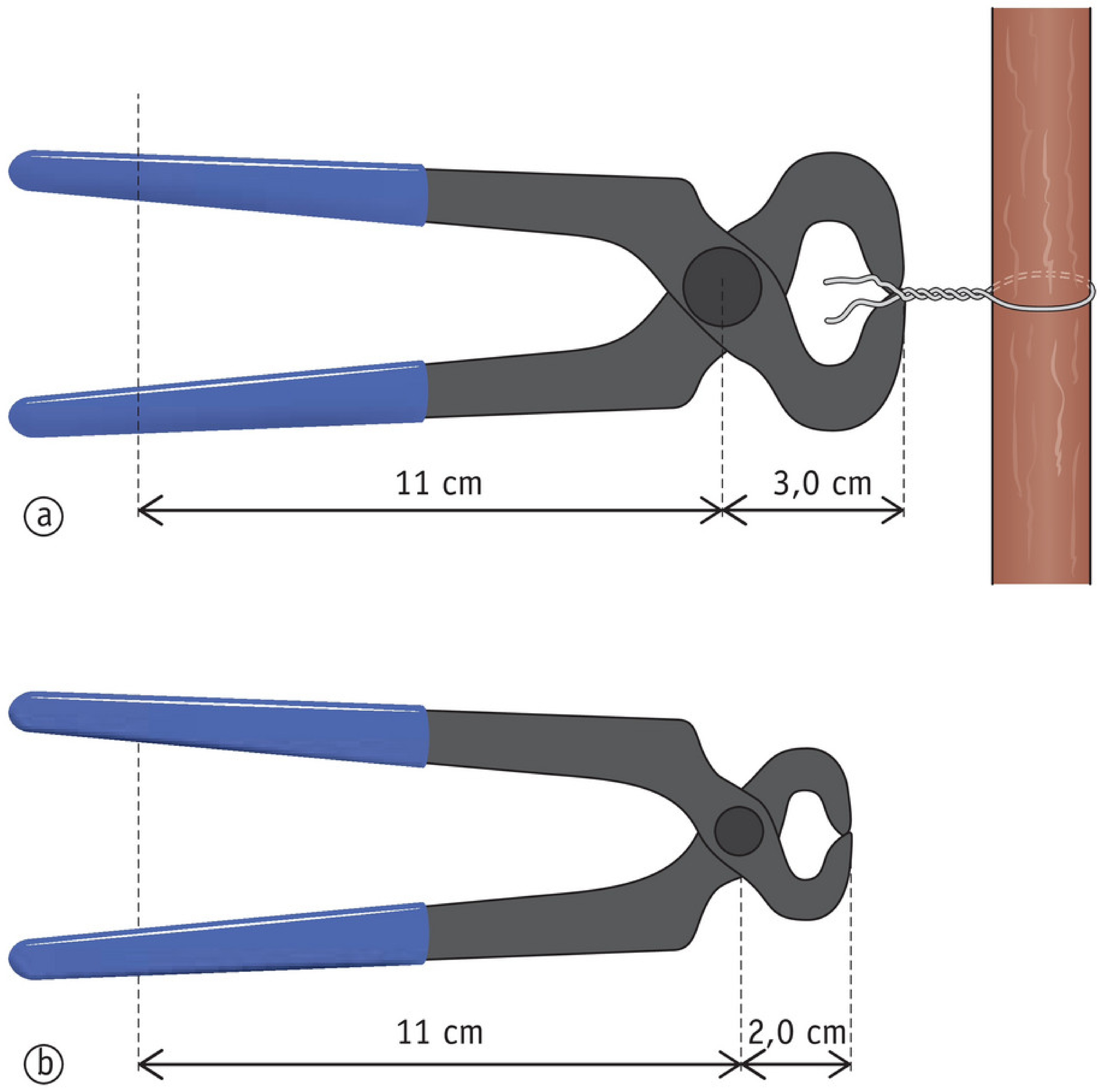
....

....

....

....

figuur 12 Twee nijptangen.



Werken als hovenier beroep



Dat Wendy (31) iets met groen zou gaan doen, sprak voor haar vanzelf. “Ik ben geboren met groene vingers. Daarom heb ik na het vmbo (gt) gekozen voor de mbo-opleiding Opzichter / uitvoerder groene ruimte. Daar leer je om groene zones te ontwerpen voor woonwijken en leiding te geven aan de uitvoering. Maar ik had al snel door dat dit voor mij veel te grootschalig is.” Wendy is daarom tuinen gaan ontwerpen voor particuliere klanten en doet daarnaast tuinonderhoud: “Je eigen baas zijn en buiten werken, dat is voor mij een ideale combinatie.”

9 Lees de tekst ‘Werken als hovenier’. Wendy heeft een hoveniersbedrijf. Voor haar werk zijn een snoeischaar en een takkenschaar onmisbaar gereedschap (figuur 13).

a Bij de snoeischaar is de kracht op een tak ongeveer 3× zo groot als de spierkracht op de handvatten terwijl beide lastarmen gelijk zijn.
Hoeveel keer vergroot de takkenschaar de spierkracht?

....

....

....

....

....

b Met de takkenschaar kan Wendy dikke takken gemakkelijker doorknippen dan met de snoeischaar.
Leg uit hoe dat komt.

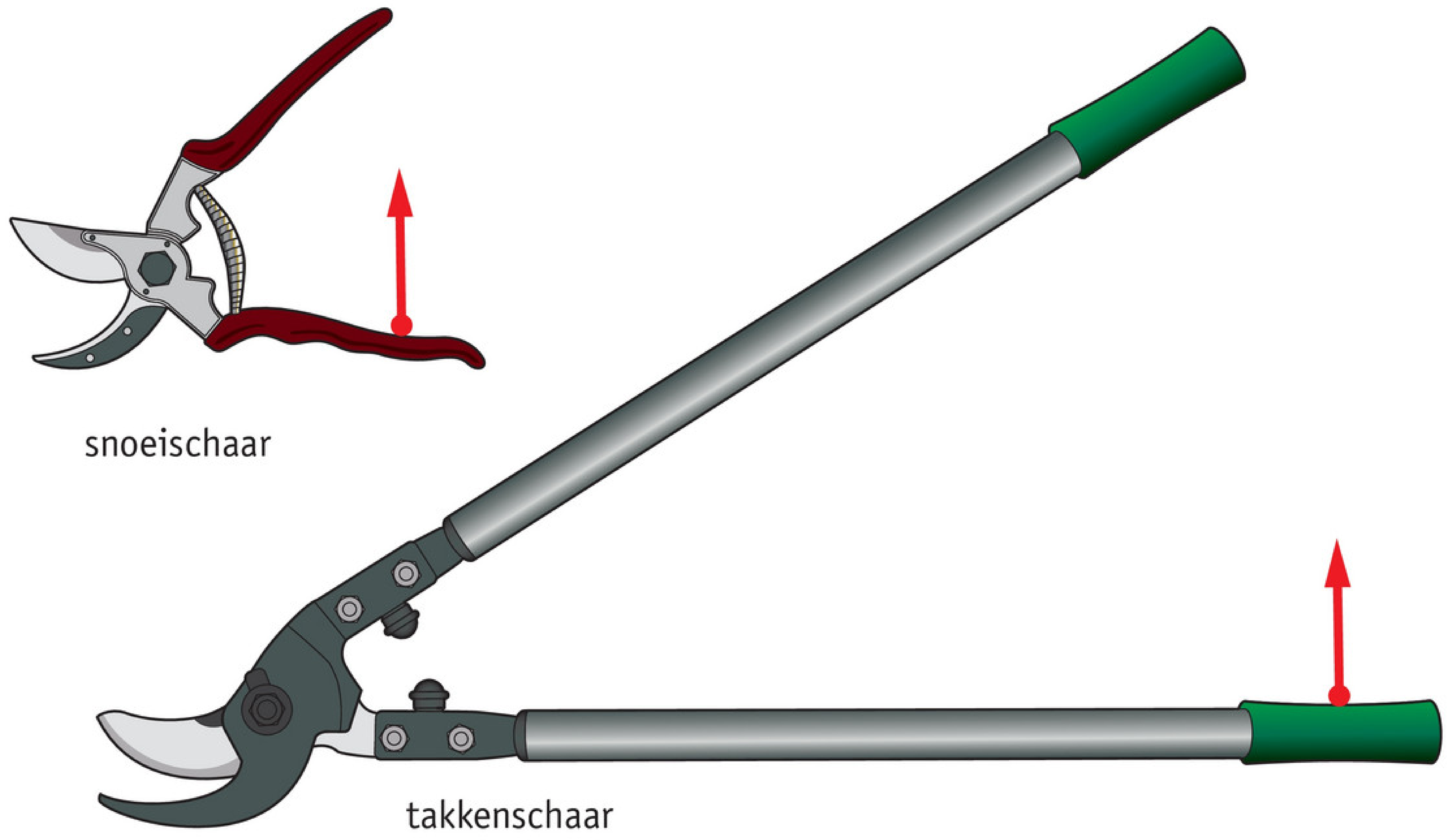
....

....

....

....

....



figuur 13 Ook bij tuingereedschap zie je veel hefbomen.

10 In figuur 14 zie je de stemsleutels (de knoppen bovenaan) van een elektrische gitaar en van een basgitaar.

a Welk instrument heeft de grootste stemsleutels? *de gitaar / de basgitaar*

b Leg uit waarom de stemsleutels bij dit instrument zo groot zijn uitgevoerd.

....

....

....

....

....

....

figuur 14 De stemsleutels van een elektrische gitaar en een basgitaar.



a elektrische gitaar



b basgitaar

EXTRA HEFBOMEN MET EEN DRAAIPUNT AAN EEN UITEINDE

11 In figuur 15 zie je een kruiwagen gevuld met zand. Pim probeert de kruiwagen bij de handvatten op te tillen.

a Bereken hoeveel kracht Pim nodig heeft om de kruiwagen op te tillen.

....

....

....

....

....

....

....

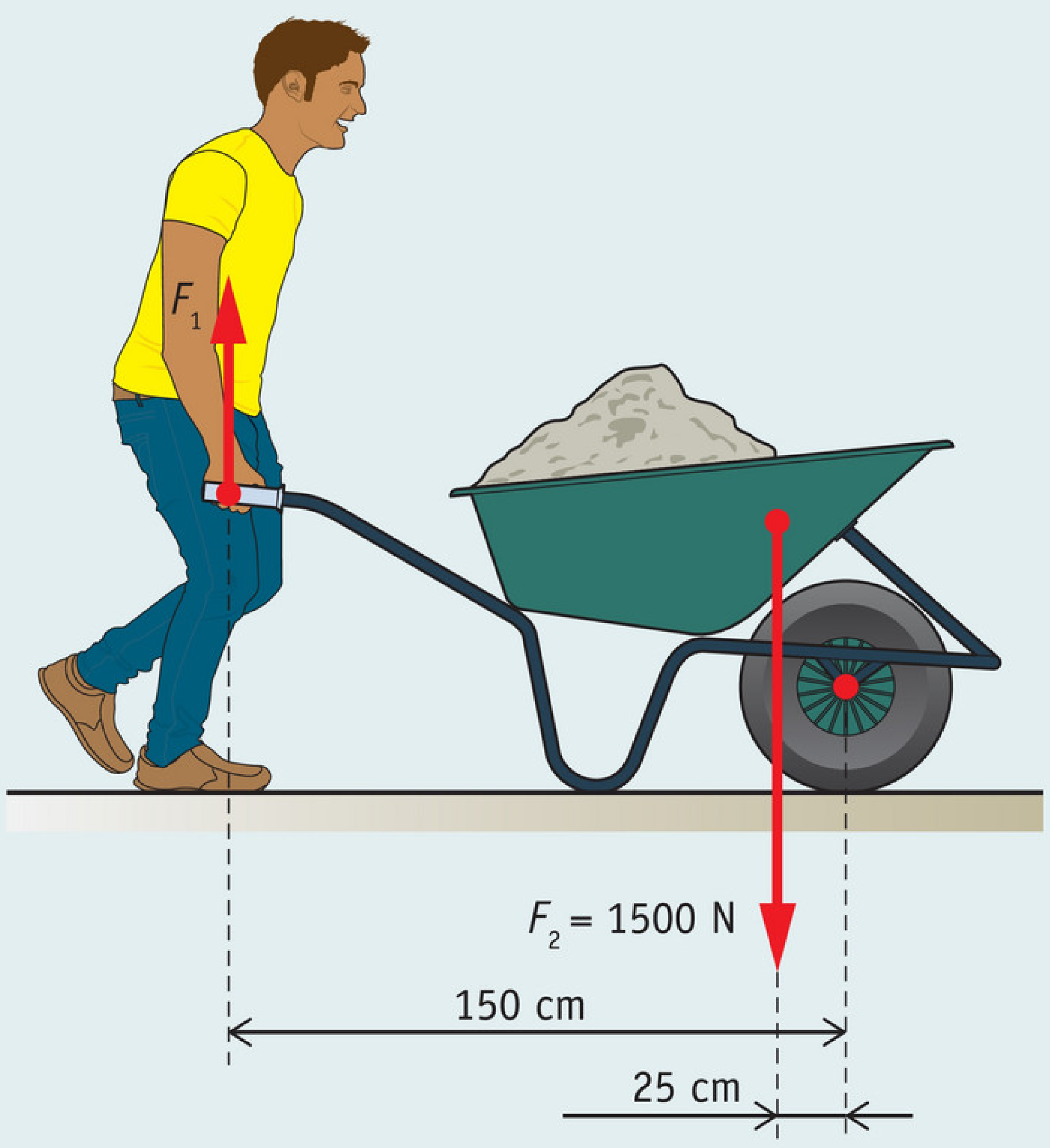
....

b Pim is niet sterk genoeg; hij krijgt de kruiwagen niet van de grond.
Wat kan Pim met het zand in de kruiwagen doen om hem wel te kunnen optillen?

....

....

....



figuur 15 Een kruiwagen vol met zand.

12 In figuur 16 zie je een notenkraker.

a Zet een stip op de plaats waar het draaipunt zich bevindt. Zet er de letter P bij.

b Bepaal zo nauwkeurig mogelijk:

- de afstand van de noot tot het draaipunt. .... cm
- de afstand van de hand tot het draaipunt. .... cm

c Waarom kun je de afstand van de hand tot het draaipunt niet precies meten?

....

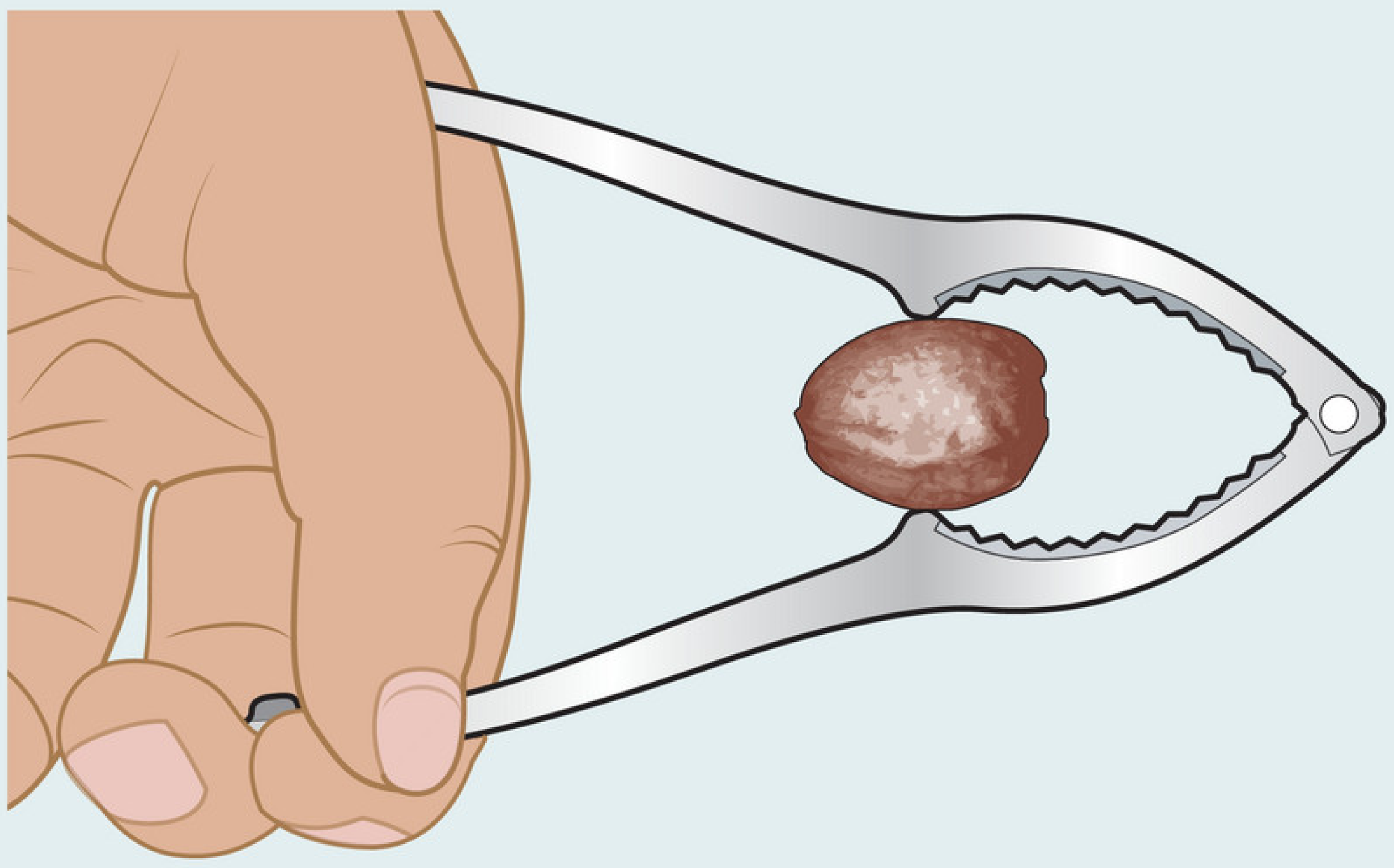
....

....

d Vul in.

De lastarm is ongeveer .... × zo .... als de werkarm.

De last is dus ongeveer .... × zo .... als de werkkracht.



figuur 16 Een notenkraker.

Test je kennis met de *Test jezelf*.

Practica

PROEF 1 EEN SPIRAALVEER UITREKKEN

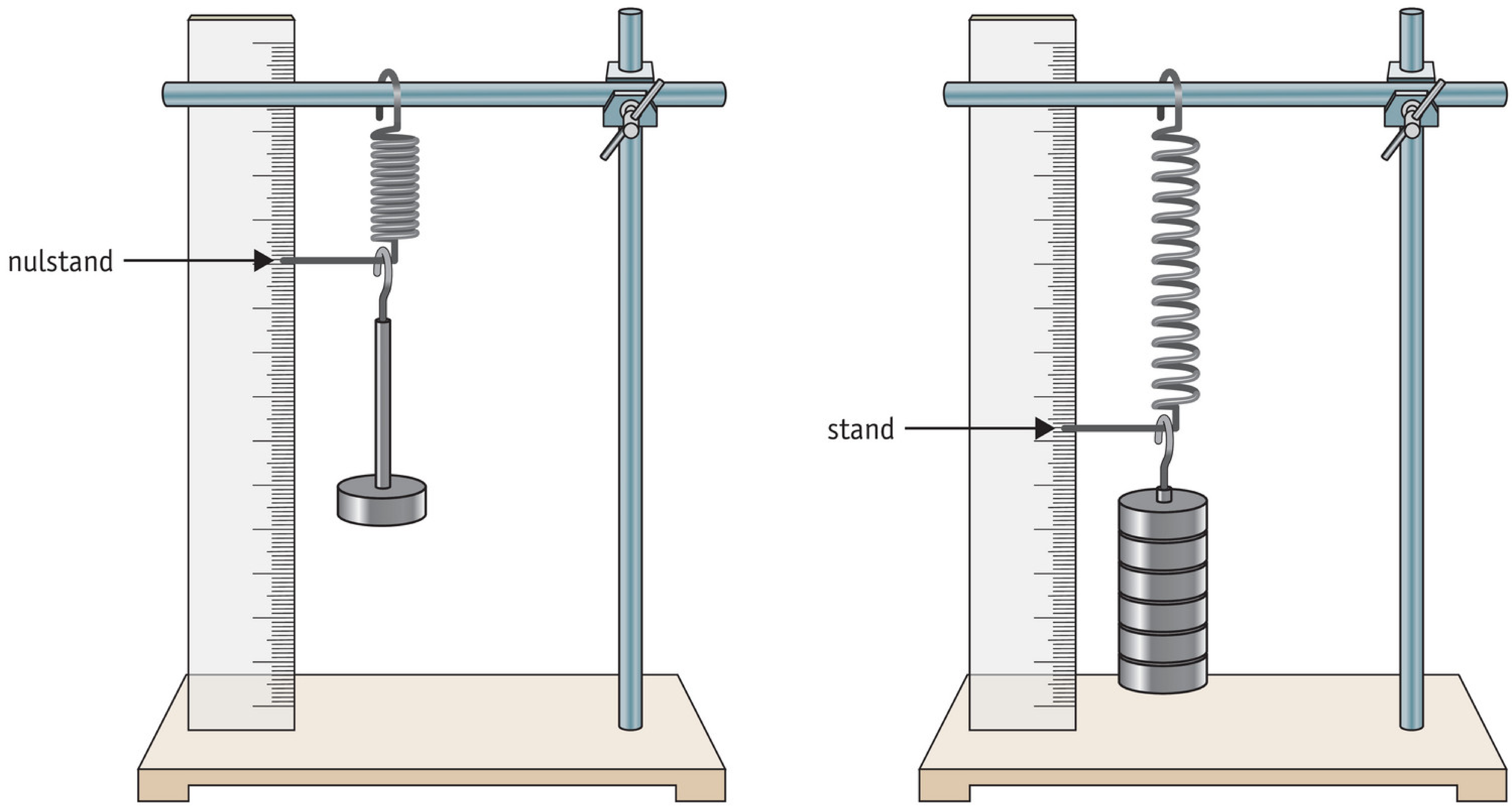
30 minuten

Inleiding
Bij deze proef onderzoek je hoe een spiraalveer uitrekt. Dat doe je door gewichtjes aan de veer te hangen en steeds de uitrekking te bepalen (het aantal centimeter dat de veer langer is geworden). Als een veer zonder gewichtjes 12,0 cm lang is en met gewichtjes 15,8 cm, dan is de uitrekking 3,8 cm.

Doel
Je onderzoekt hoe een spiraalveer uitrekt. De onderzoeksvraag luidt:
Wat is het verband tussen de kracht en de uitrekking?

Nodig
- ☐ statiefmateriaal
- ☐ gewichtendrager
- ☐ gewichtjes
- ☐ spiraalveer
- ☐ liniaal

Uitvoeren en uitwerken
- Bouw de opstelling die in figuur 1 is getekend.
- Kijk op de liniaal: waar bevindt zich de wijzer van de veer als er geen gewichtjes aan hangen? Deze stand met nul gewichtjes noem je de *nulstand*.



figuur 1 De opstelling van proef 1.

1 Noteer de nulstand in tabel 1.

tabel 1 De meetgegevens van proef 1.

aantal gewichtjes	stand (cm)	uitrekking (cm)
0		
1		
2		
3		

- Leg één gewichtje op de gewichtendrager.
- Kijk op de liniaal: waar bevindt de wijzer van de veer zich nu? Dit noem je de *stand*.

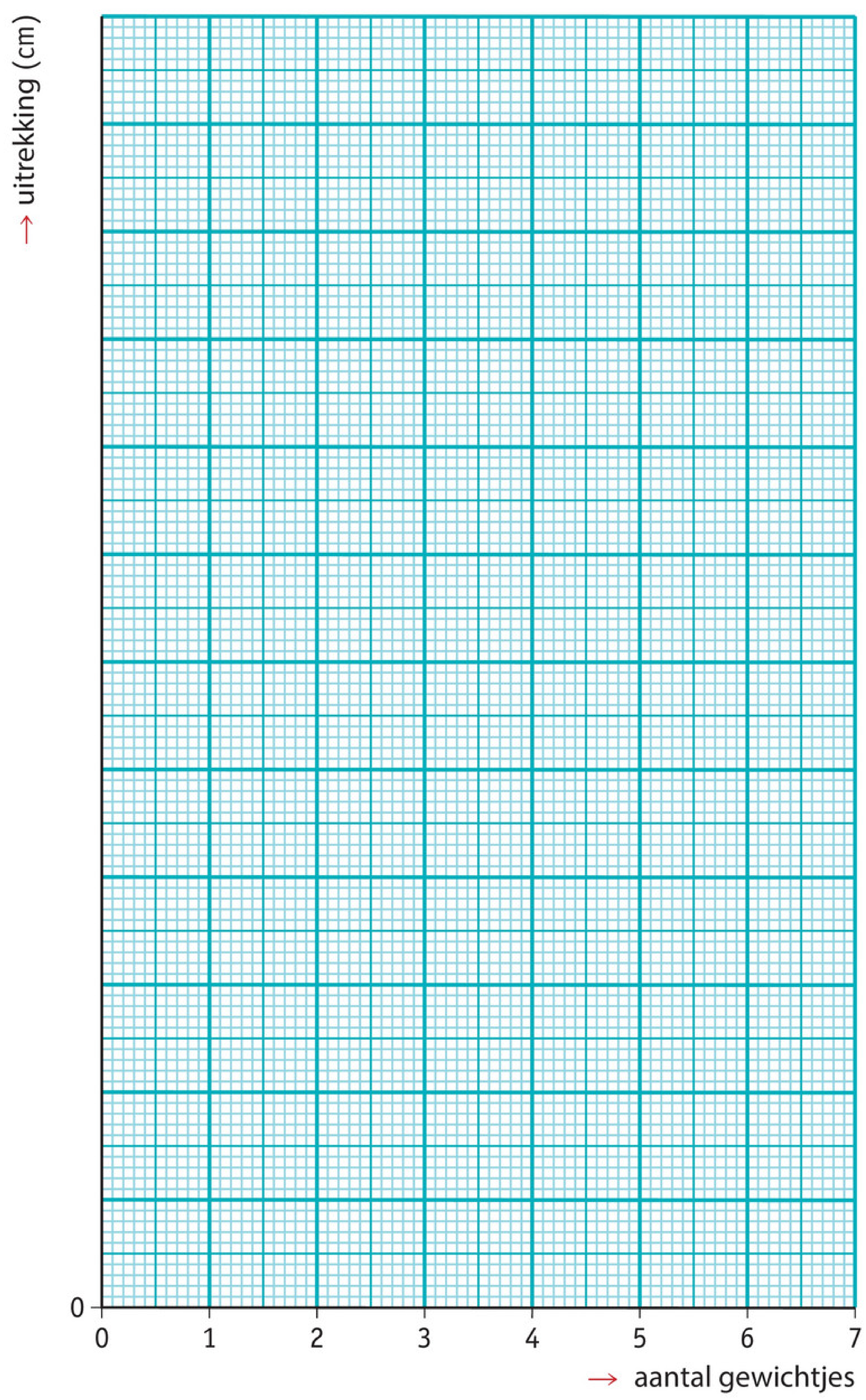
2 Noteer deze stand op de juiste plaats in tabel 1.

- Leg de overige gewichtjes één voor één op de gewichtendrager. Lees telkens de stand af voor je verdergaat.

3 Noteer alle gemeten standen in tabel 1.

4 Schrijf achter elke stand hoeveel centimeter de veer is uitgerekt. De uitrekking kun je bepalen door het verschil uit te rekenen tussen de stand en de nulstand:
uitrekking = stand − nulstand

5 Teken in figuur 2 een grafiek van deze proef. Teken een vloeiende lijn door je meetpunten. Bedenk zelf welke getallen je langs de verticale as moet zetten.



figuur 2 De grafiek van proef 1 en proef 2.

6 Bekijk de grafiek die je hebt getekend.

a Is de grafiek een rechte lijn of een kromme?

....

b Loopt de grafiek door de oorsprong?

....

7 In de vaardigheid *Verbanden meten* wordt uitgelegd wat een lineair verband is.
Zie je in jouw grafiek een lineair verband?

○ A De uitrekking neemt langzamer toe dan bij een lineair verband.
○ B De uitrekking neemt sneller toe dan bij een lineair verband.
○ C Het verband tussen uitrekking en kracht is (ongeveer) lineair.

PROEF 2 TWEE VEREN NAAST ELKAAR UITREKKEN

15 minuten

Inleiding

Twee veren naast elkaar leveren meer veerkracht dan één veer. Je moet ze immers alle twee uitrekken. Heb je daar dan ook 2× zo veel kracht voor nodig?

Doel

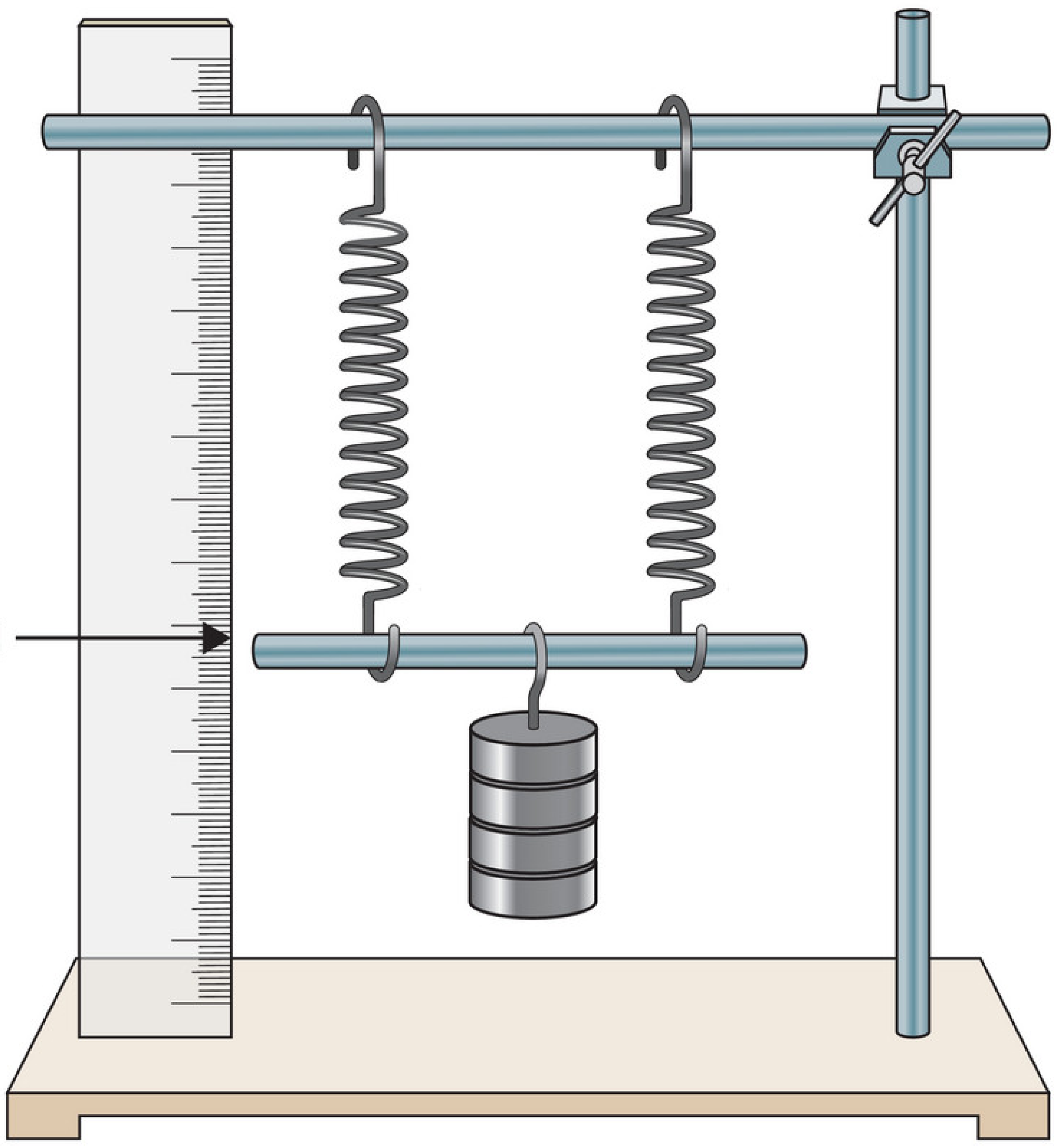
Je onderzoekt hoe twee spiraalveren uitrekken. De onderzoeksvraag luidt:
Is er voor het uitrekken van twee veren naast elkaar 2× zo veel kracht nodig als voor het uitrekken van één veer?

Nodig

- ☐ statiefmateriaal
- ☐ gewichtendrager
- ☐ gewichtjes
- ☐ 2 spiraalveren
- ☐ liniaal

Uitvoeren en uitwerken

- Bouw de opstelling die in figuur 3 is getekend.
- Leg nog geen gewichtjes op de gewichtendrager.



figuur 3 De opstelling van proef 2.

1 Lees de nulstand af en noteer die: .... cm.

- Leg in één keer vijf gewichtjes op de gewichtendrager.

2 Lees de stand af. Noteer: .... cm.

3 Bepaal hoeveel cm de twee veren zijn uitgerekt.

....

4 Doe het volgende:
 a Teken in figuur 2 je meting als een meetpunt in deze grafiek.
 b Trek een rechte lijn van de oorsprong naar dit meetpunt.
 c Schrijf ‘1 veer’ bij de lijn die er al stond, en ‘2 veren’ bij de lijn die je zojuist hebt getrokken.

5 Kijk nog eens goed naar de grafieken die je hebt getekend in figuur 2.
 a Wat is juist?
 De twee veren zijn samen:
 ○ A even stug als één veer;
 ○ B minder stug dan één veer;
 ○ C stugger dan één veer.
 b Noteer hier het antwoord op de onderzoeksvraag.

....

....

PROEF 3 WERKEN MET EEN KRACHTMETER

15 minuten

Inleiding
In een krachtmeter zit een spiraalveer. Als je aan het haakje onder aan de veer trekt, rekt de veer uit. Een wijzertje beweegt mee. Op de meter is een schaalverdeling aangebracht. Daarop kun je zien hoe groot de kracht is (in newton).

Doel
Je meet een aantal krachten met behulp van twee krachtmeters.

Nodig
- ☐ statiefmateriaal
- ☐ 2 krachtmeters
- ☐ massastuk (100 g)
- ☐ 5 voorwerpen
- ☐ aluminium blokje
- ☐ bekerglas

Uitvoeren en uitwerken
Vooraf
Bij deze proef werk je met twee krachtmeters. Hang elk voorwerp eerst aan de krachtmeter met de stugste veer. Als de gemeten kracht kleiner is dan 1 N, kun je de krachtmeter met de minst stugge veer gebruiken.

1 Waarom moet je eerst de krachtmeter met de stugste veer gebruiken?

....

....

2 Als dat kan, moet je de krachtmeter met de minst stugge veer gebruiken.
Leg uit waarom dat beter is.

....

....

....

Spierkracht
- Pak de krachtmeter met de meest stugge veer.
- Trek het haakje met een vinger naar beneden.
- Rek de veer in de krachtmeter uit tot 1,0 N.
- Rek de veer daarna verder uit tot 3,0 N.

3 Moest je hard trekken om een kracht van 1,0 N te leveren?

....

4 En moest je hard trekken om een kracht van 3,0 N te leveren?

....

Veerkracht

- Leg de krachtmeters plat op de tafel.
- Maak de beide haakjes aan elkaar vast.
- Trek de krachtmeters voorzichtig uit elkaar.
- Stop als de minst stugge krachtmeter 1,0 N aangeeft.

5 Wat geeft de andere krachtmeter nu aan? Noteer: .... N.

6 Van welke krachtmeter is de veer het verst uitgerekt?

....

7 Hoe komt het dat de veer in de ene krachtmeter meer uitrekt dan die in de andere?

....

....

....

Zwaartekracht

- Hang het massastuk van 100 g aan de krachtmeter.

8 Vul in.

De zwaartekracht op een voorwerp van 100 g is .... N.

- Hang de vijf voorwerpen één voor één aan de krachtmeter.

9 Noteer je meetresultaten in tabel 2.

tabel 2 De meetgegevens van proef 3.

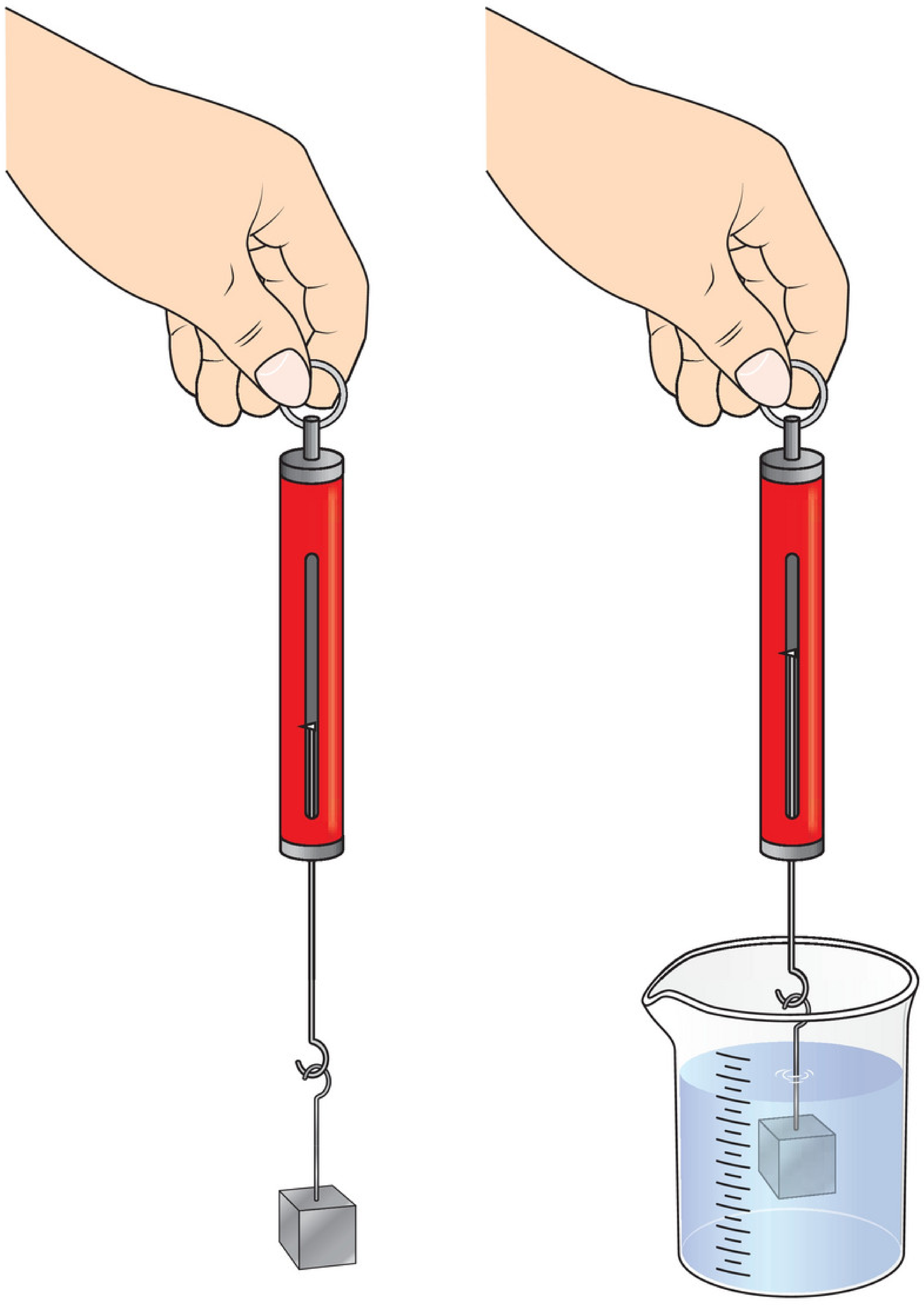
voorwerp	zwaartekracht (N)

Opwaartse kracht

- Hang het aluminium blokje aan de krachtmeter.

10 Wat geeft de krachtmeter aan? Noteer: .... N.

- Vul het bekerglas voor driekwart met water.
- Laat het blokje, terwijl het aan de krachtmeter hangt, helemaal onder water zakken (figuur 4).



figuur 4 Het water duwt het gewichtje omhoog.

11 Wat geeft de krachtmeter nu aan? Noteer: .... N.

12 Hoe groot is het verschil tussen de twee metingen bij opdracht 10 en 11?

....

....

13 Het water oefent een opwaartse kracht uit op het blokje.

a Hoe groot is die kracht?

....

b In welke richting werkt deze kracht?

....

PROEF 4 WERKEN MET EEN HEFBOOM

30 minuten

Inleiding

Als je een hefboom gebruikt, laat je de werkkracht ver van het draaipunt aangrijpen. De last laat je juist dicht bij het draaipunt werken. Dat zorgt ervoor dat je met een kleine spierkracht (werkkracht) een veel grotere last kunt uitoefenen.

Doel

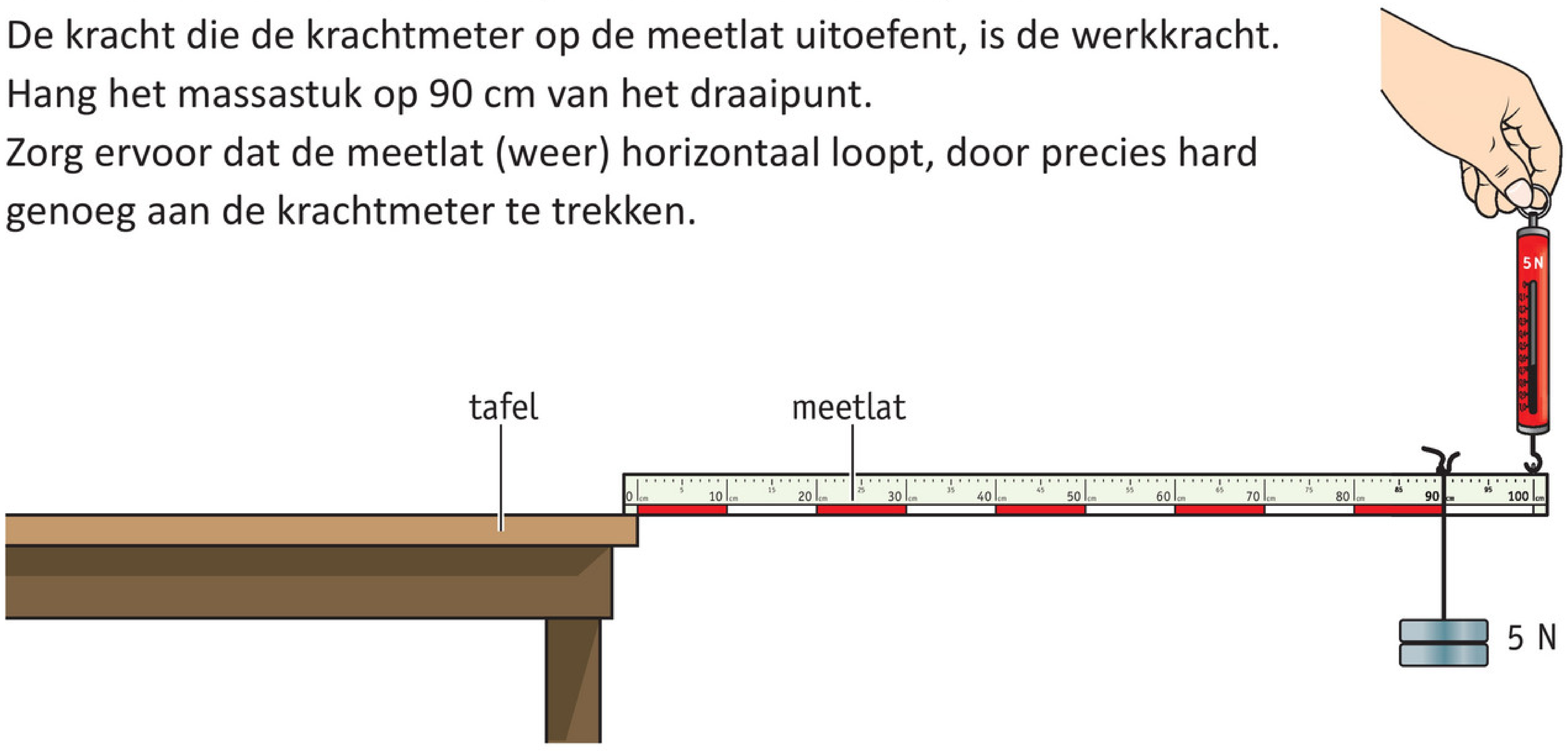
Bij deze proef zie je wat er gebeurt als je de lastarm steeds kleiner maakt.

Nodig

- ☐ meetlat van 1 m
- ☐ massastuk van 0,5 kg
- ☐ gewichtendrager
- ☐ krachtmeter (5 N)

Uitvoeren en uitwerken

- Maak de opstelling die in figuur 5 is getekend. Je gebruikt de meetlat hierbij als hefboom.
- De kracht die het massastuk op de meetlat uitoefent, is de last.
- De kracht die de krachtmeter op de meetlat uitoefent, is de werkkracht.
- Hang het massastuk op 90 cm van het draaipunt.
- Zorg ervoor dat de meetlat (weer) horizontaal loopt, door precies hard genoeg aan de krachtmeter te trekken.



figuur 5 De opstelling van proef 4.

1 Lees op de krachtmeter af hoe groot de werkkracht is. Noteer de uitkomst op de juiste plaats in tabel 3.

tabel 3 De meetgegevens van proef 4.

lastarm (m)	werkkracht (N)
0,9	
0,8	
0,7	
0,6	
0,5	
0,4	
0,3	
0,2	
0,1	

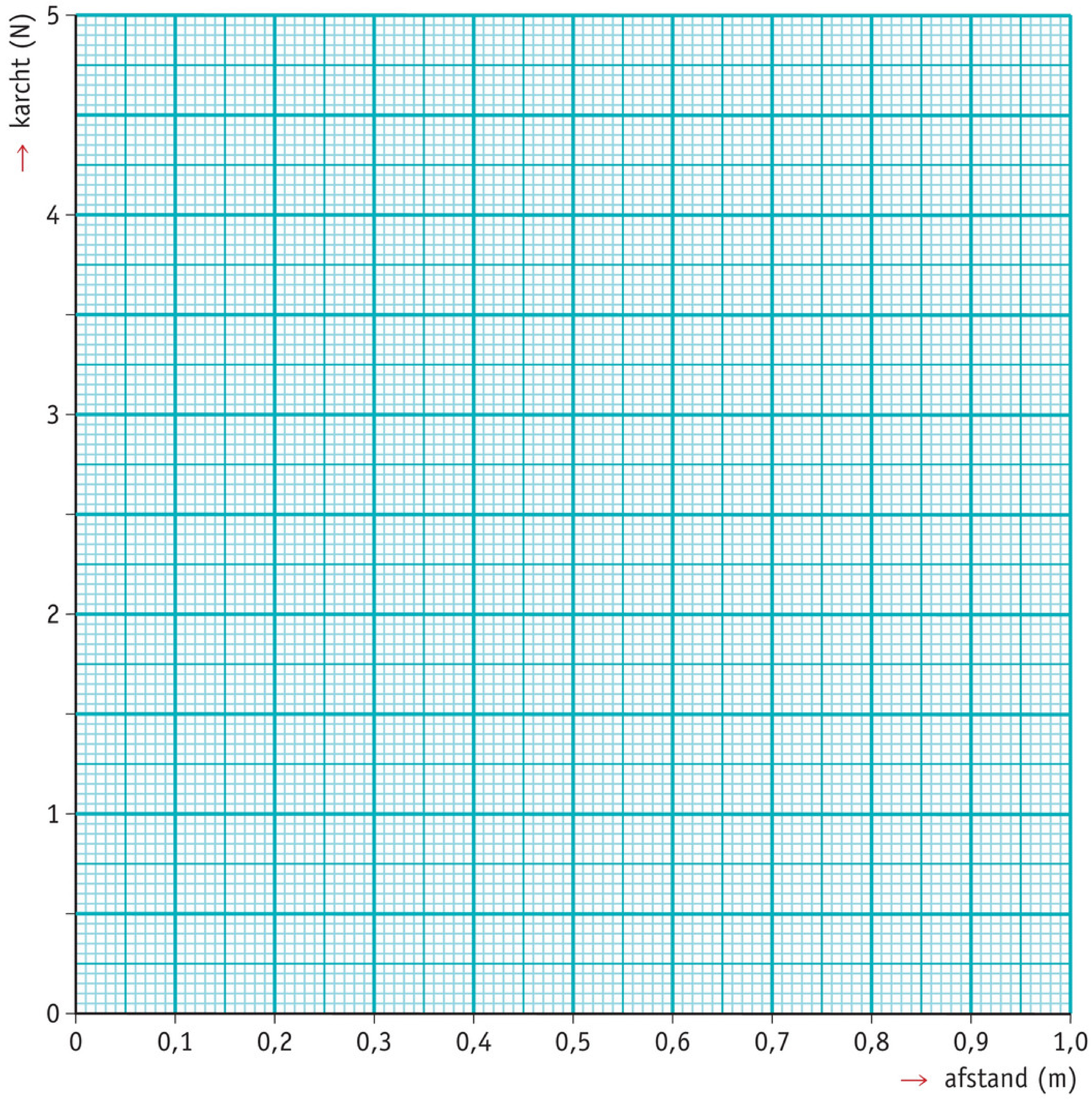
- Hang het gewicht op 80 cm van het draaipunt. Zorg ervoor dat de meetlat (weer) horizontaal loopt.

2 Lees de werkkracht weer af op de krachtmeter.
Noteer de uitkomst op de juiste plaats in tabel 3.

- Herhaal dit voor alle afstanden die in tabel 3 zijn opgenomen.

3 Noteer de benodigde werkkracht steeds in tabel 3.

4 Teken in figuur 6 een grafiek van deze proef.



figuur 6 De grafiek van proef 4.

5 Kun je een rechte lijn door de meetpunten tekenen?

....

6 De lijn die je hebt getekend, gaat niet door de oorsprong.
Waardoor komt dat?

....

....

....

PROEF 5 ONDERZOEK: ELASTIEK UITREKKEN

30 minuten

Inleiding
Een elastiek en een veer rekken allebei uit als je eraan trekt. Een veer rekt uit volgens een lineair verband. Geldt dat ook voor een stuk elastiek?

Doel
Gebruik de vaardigheid *Verbanden meten*.
Onderzoek op welke manier elastiek uitrekt door proef 1 nog eens te doen, maar nu met een elastiek in plaats van een spiraalveer. De onderzoeksvraag is:
Wat is het verband tussen de kracht en de uitrekking bij een elastiek?

Uitvoeren en uitwerken
- Maak een werkplan en voer het onderzoek uit.
- Verwerk je meetgegevens tot een grafiek.
- Presenteer de uitkomsten in je onderzoeksverslag.

Je leraar beslist welke van de volgende proeven worden uitgevoerd.

PROEF 6 HET MASSAMIDDELPUNT BEPALEN

30 minuten

Inleiding
Je leert hoe je het massamiddelpunt van een onregelmatig gevormd voorwerp kunt vinden.

PROEF 7 EXPANDER

45 minuten

Inleiding
Je onderzoekt hoeveel kracht nodig is om de veren van een expander uit te rekken.

PROEF 8 GAREN

30 minuten

Inleiding
Je onderzoekt hoe sterk een soort garen is.

Leerstofoverzicht

3.1 KRACHTEN HERKENNEN

ONTHOUD

- Krachten kun je niet zien. Je kunt alleen de effecten van krachten zien. Krachten kunnen:
  - de snelheid van een voorwerp veranderen;
  - de bewegingsrichting van een voorwerp veranderen;
  - de vorm van een voorwerp veranderen.
- Er zijn allerlei soorten krachten, zoals spierkracht, veerkracht, spankracht, zwaartekracht en magnetische kracht.
- Een kracht kun je tekenen als een pijl.
  - Het aangrijpingspunt van de pijl geeft aan waar de kracht wordt uitgeoefend.
  - De richting van de pijl geeft aan in welke richting de kracht werkt.
  - De lengte van de pijl geeft aan hoe groot de kracht is.
- De pijl van de zwaartekracht grijpt aan in het zwaartepunt en wijst altijd naar beneden.

BEGRIPPEN

aangrijpingspunt
Geeft het punt aan waar de kracht aangrijpt.

kracht
Hoe voorwerpen elkaars vorm en/of beweging veranderen.

magnetische kracht
Kracht die werkt tussen de twee polen van een magneet. Kan afstotend of aantrekkend zijn.

spankracht
Kracht die in een touw ontstaat als er aan beide uiteinden wordt getrokken.

spierkracht
Kracht die ontstaat doordat de spieren in een lichaam zich samentrekken.

veerkracht
Kracht die ontstaat als je een veerkrachtig materiaal uitrekt of indrukt.

zwaartekracht
Kracht waarmee de aarde aan jou trekt en aan alles om je heen.

zwaartepunt
Een (denkbeeldig) punt waar je de zwaartekracht op een voorwerp kunt laten aangrijpen.

3.2 KRACHTEN METEN

ONTHOUD

- De uitrekking van een spiraalveer laat zien hoe groot de kracht is die op de veer wordt uitgeoefend. Als de kracht 2× (of 3×) zo groot wordt, wordt de uitrekking ook 2× (of 3×) zo groot, enzovoort.
- Met een krachtmeter kun je de grootte van een kracht meten. Voor het meten van kleine krachten gebruik je krachtmeters met slappen veren; voor grote krachten gebruik je stugge veren.
- De newton (N) is de eenheid van kracht. Krachtmeters hebben een schaalverdeling in newton.
- De zwaartekracht op een voorwerp kun je berekenen met de formule: $F_z = m \cdot g$. De waarde van g is overal op aarde 10 N/kg.
- Om een kracht juist te tekenen moet je eerst de krachtenschaal kiezen. Deze geeft aan hoeveel kracht een pijl van 1 cm voorstelt.

BEGRIPPEN

gravitatie
Ander woord voor zwaartekracht.

krachtenschaal
Verhouding die je kiest om krachten te kunnen tekenen. Geeft aan met hoeveel newton (N) één centimeter (cm) van de krachtenpijl overeenkomt.

krachtmeter
Instrument met een spiraalveer waarmee je de grootte van krachten kunt meten.

slappe veer
Veer die gemakkelijk uitrekt. Krachtmeters met een slappe veer zijn bedoeld om kleine krachten te meten.

stugge veer
Veer die moeilijk uitrekt. Krachtmeters met een stugge veer zijn bedoeld om grote krachten te meten.

uitrekking
Het aantal centimeter dat een veer langer wordt als je er gewichtjes aan hangt.

3.3 NETTOKRACHT

ONTHOUD

- In veel situaties maakt de zwaartekracht evenwicht met een andere kracht, zoals de veerkracht, de spankracht of de normaalkracht. Deze drie krachten ontstaan doordat een voorwerp wordt uitgerekt of ingedrukt.
- Als de krachten op een voorwerp in evenwicht zijn, zal het voorwerp niet in beweging komen. Daarvoor moet aan drie voorwaarden zijn voldaan:
  - de krachten zijn even groot;
  - de krachten liggen op dezelfde lijn (in elkaars verlengde);
  - de krachten hebben een tegengestelde richting.
- Als de krachten in evenwicht zijn, is de nettokracht gelijk aan 0 N.
- Om de nettokracht op een voorwerp te vinden, pas je twee regels toe:
  - krachten in dezelfde richting tel je bij elkaar op;
  - krachten in tegengestelde richting trek je van elkaar af.

BEGRIPPEN

evenwicht
Situatie waarbij alle krachten op een voorwerp elkaar opheffen. De nettokracht is dan 0 N.

nettokracht
De optelsom van alle krachten die op een voorwerp werken.

normaalkracht
Kracht die een oppervlak uitoefent op een voorwerp dat op dat oppervlak staat. De normaalkracht staat loodrecht op het oppervlak.

3.4 KRACHTEN IN WERKTUIGEN

ONTHOUD

- Met een hefboom kun je je spierkracht vergroten om dingen los te draaien, open te maken of op te tillen. Op die manier werken veel werktuigen.
- Iedere hefboom heeft een draaipunt. De (loodrechte) afstand van de kracht op een hefboom tot aan het draaipunt wordt de arm genoemd.
- Bij een hefboom zijn twee krachten van belang: de werkkracht en de last. Met een kleine werkkracht kun je een grote last in evenwicht houden. Daarvoor moet de werkkracht ver van het draaipunt aangrijpen, terwijl de last juist dicht bij het draaipunt moet liggen.
- Je kunt de krachten op een hefboom uitrekenen met de hefboomregel: $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$ of in woorden: werkkracht × werkarm = last × lastarm
- Er bestaan enkele hefbomen (zoals een koevoet en een flessenopener) en dubbele hefbomen (zoals tangen en scharen).

BEGRIPPEN

arm
(Loodrechte) afstand tussen de werklijn van een kracht en het draaipunt van een hefboom.

draaipunt
Punt waar een hefboom omheen draait.

dubbele hefboom
Werktuig dat bestaat uit twee hefbomen die om hetzelfde draaipunt draaien.

hefboom
Stevig uitgevoerd voorwerp dat kan draaien rond een draaipunt. Je gebruikt een hefboom om krachten uit te oefenen op een ander voorwerp.

hefboomregel
werkkracht × werkarm = last × lastarm, of in de vorm van een formule: $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$

last
Kracht die een hefboom uitoefent op een voorwerp.

lastarm
(Loodrechte) afstand tussen last en draaipunt.

werkarm
(Loodrechte) afstand tussen werkkracht en draaipunt.

werkkracht
Kracht die je zelf op een hefboom uitoefent.

Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

4 Stoffen

WERKEN MET STOFFEN

Er zijn allerlei beroepen waarin mensen met stoffen werken, ook met gevaarlijke stoffen. Of je nu chauffeur gevaarlijke stoffen bent, kapper of kok: kennis over (gevaarlijke) stoffen is vaak onmisbaar in je werk.





Wat weet je al over stoffen?

LEERDOELEN

1. Je kunt beschrijven hoe je stoffen kunt scheiden door middel van extractie of filtreren.
2. Je kunt vier stofeigenschappen noemen die worden gebruikt om stoffen te herkennen.
3. Je kunt de drie fasen benoemen waarin stoffen kunnen voorkomen.
4. Je kunt de zes faseovergangen van stoffen benoemen en beschrijven.
5. Je kunt uitleggen welke stoffen geleiders en isolatoren zijn en een aantal voorbeelden geven.
6. Je kunt uitleggen welke drie eigenschappen moleculen hebben in het deeltjesmodel.
7. Je kunt beschrijven hoe de moleculen bewegen in een vaste stof, een vloeistof en een gas.
8. Je kunt de temperatuur omrekenen van graden Celsius naar kelvin en omgekeerd.

In deel 1-2 van Nova nask en in de hoofdstukken 1 en 2 heb je al een aantal dingen over stoffen geleerd. Je hebt deze kennis weer nodig wanneer je aan dit hoofdstuk begint. Wil je snel controleren wat je nog weet? Maak dan de volgende opdrachten.

OPDRACHTEN VOORKENNIS

1 Bij het zetten van koffie gebruik je een filter.
Welke woorden moeten er op de plaatsen staan van de letters in figuur 1?

A	◯	◯	1	filtraat
B	◯	◯	2	oplosmiddel
C	◯	◯	3	residu



figuur 1 Koffiezetten.

2 Kies de eigenschappen waar je stoffen aan kunt herkennen.
brandbaarheid – geur – kleur – massa – smaak – volume – vorm

3 In welke drie fasen kunnen stoffen voorkomen?

....

....

....

4 Kies de juiste faseovergang bij elke zin.

a Het gras is ’s ochtends vroeg nat van de dauw.
condenseren / smelten / stollen / verdampen

b Een straat droogt na een regenbui snel weer op.
condenseren / smelten / stollen / verdampen

c Kaarsvet wordt hard als de kaars is uitgegaan.
condenseren / smelten / stollen / verdampen

d Het dooit; ijs wordt weer water.
condenseren / smelten / stollen / verdampen

5 Vul in.

Een stof die elektriciteit gemakkelijk doorlaat, noem je een ....

Een stof die elektriciteit niet of nauwelijks doorlaat, noem je een ....

6 Geef van elke zin aan of hij waar of onwaar is.

a Aan de moleculen van een stof verandert niets, of de stof nu vast, vloeibaar of gasvormig is. *waar / onwaar*

b De moleculen van een vaste stof staan helemaal stil en bewegen op geen enkele manier. *waar / onwaar*

c De moleculen van een stof trekken steeds sterker aan, als ze dichter bij elkaar komen. *waar / onwaar*

7 Moleculen bewegen niet altijd op dezelfde manier.

a In welke fase hebben de moleculen de meeste vrijheid om te bewegen?
in een *vaste stof / vloeistof / gas*

b In welke fase zijn de krachten tussen de moleculen het grootst?
in een *vaste stof / vloeistof / gas*

c In welke fase hebben de moleculen geen vaste plaats, maar kunnen ze ook niet alle kanten op bewegen?
in een *vaste stof / vloeistof / gas*

8 Reken om.

100 °C = ... K

−10 °C = ... K

100 K = ... °C

293 K = ... °C

Wil je weten of je voldoende voorkennis hebt voor dit hoofdstuk, maak dan online de *Voorkennistoets*. Daar vind je ook filmpjes over de belangrijkste leerdoelen voor dit hoofdstuk.

1 Stofeigenschappen

LEERDOELEN

4.1.1 Je kunt uitleggen wat het verschil is tussen een mengsel en een zuivere stof.
4.1.2 Je kunt met voorbeelden toelichten hoe je stoffen van elkaar kunt scheiden.
4.1.3 Je kunt beschrijven wat er met de moleculen gebeurt als je een stof zuivert.
4.1.4 Je kunt vijf stofeigenschappen noemen en stoffen daarmee van elkaar onderscheiden.
EXTRA 4.1.5 Je kunt uitleggen waarom aan keukenzout soms jodium wordt toegevoegd.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	4.1.1	4.1.2	4.1.3	4.1.4	4.1.5
Onthouden	1ab, 6b, 9ab	4ac, 5a		2ab, 3abcde	10ab, 11abc
Begrijpen	6a, 9cd	4bd	1c	7	10cd
Toepassen		5bc		8	10e, 11d
Analyseren					

Op de verpakking van voedingsmiddelen en cosmetica wordt altijd de samenstelling van het product vermeld. Wat heb je aan die informatie?

MENGSELS EN ZUIVERE STOFFEN

In huis gebruik je allerlei stoffen (figuur 1):

- schoonmaakmiddelen, zoals allesreiniger en zeep
- voedingsmiddelen, zoals suiker en azijn
- brandstoffen, zoals aardgas en spiritus
- cosmetica, zoals handcrème en deodorant
- geneesmiddelen, zoals paracetamol en jodium
- enzovoort

Sommige stoffen die je thuis gebruikt zijn gemaakt in een chemische fabriek. Andere stoffen komen uit de natuur. Je vindt ze daar bijna nooit in zuivere vorm. Bijna alle natuurlijke stoffen vormen een **mengsel** met andere stoffen. Daardoor kun je veel natuurlijke stoffen niet zomaar gebruiken. Eerst moeten je ze scheiden van de stoffen die je niet nodig hebt.



figuur 1 Verpakkingen van stoffen die je in huis gebruikt.

STOFFEN ZUIVEREN

PROEF 1

In de scheikunde (het woord zegt het al) zijn allerlei manieren bedacht om stoffen van elkaar te scheiden. Je kunt bijvoorbeeld een filter gebruiken om een mengsel van een vaste stof en een vloeistof te **filtreren**. De vloeistof gaat door het filter heen, de vaste stof blijft in het filter achter (figuur 2). Een mengsel van kalk en water is zo eenvoudig te scheiden in kalk en water.



figuur 2 Filtreren.

Een andere scheidingsmethode is **indampen**. Met die methode kun je een opgeloste stof scheiden van een oplosmiddel. Je verwarmt de oplossing zodat het oplosmiddel verdampt. De opgeloste stof blijft achter als vaste stof. Op die manier winnen mensen al eeuwenlang zeezout uit zeewater. Ze laten het water verdampen, zodat alleen het zout overblijft.

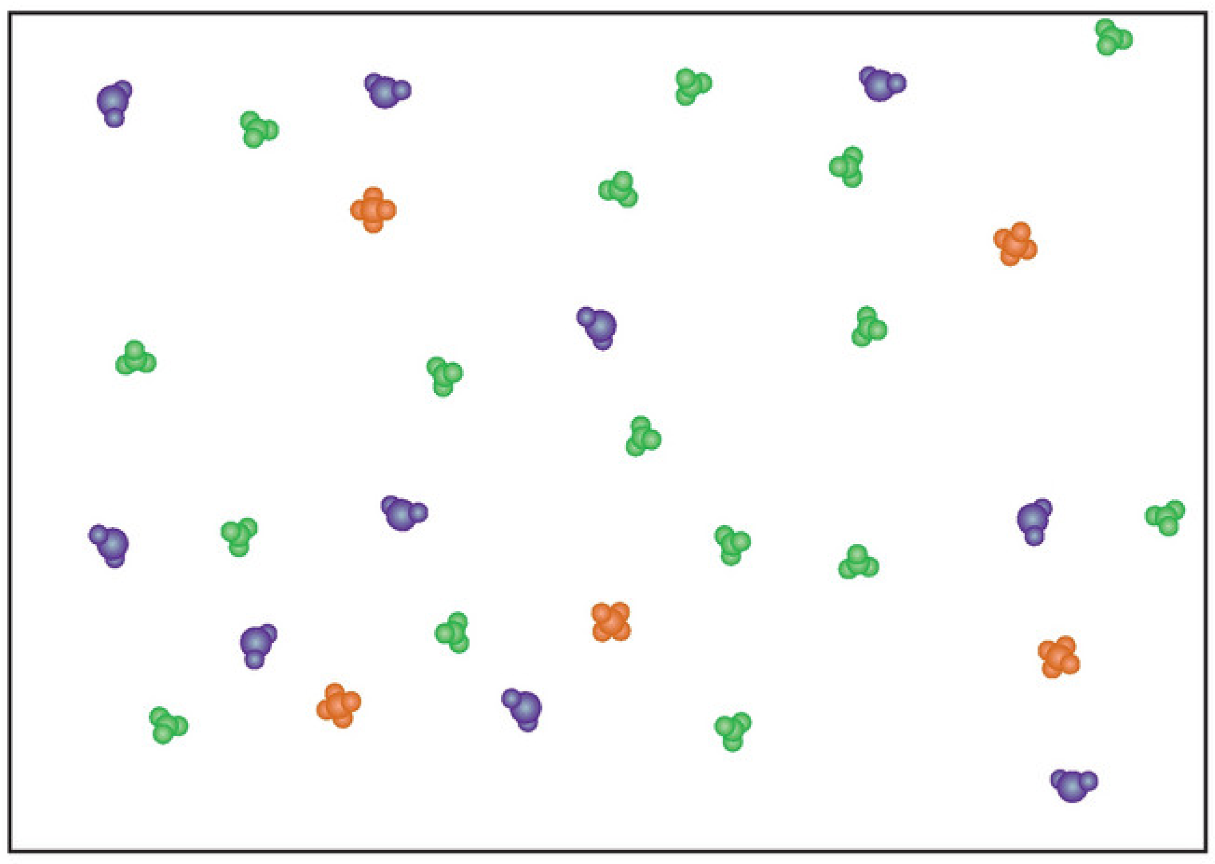
Je komt scheidingsmethoden dus niet alleen in het laboratorium tegen. Ze worden ook gebruikt om stoffen te **zuiveren** die je elke dag gebruikt. Denk bijvoorbeeld aan het zuiveren van suiker in een suikerfabriek (figuur 3). De suikerbieten die in zo'n fabriek worden verwerkt, bestaan voor 15 tot 20% uit suiker. Het eindproduct is bijna 100% zuivere kristalsuiker, vrijwel zonder andere stoffen.



figuur 3 Een suikerfabriek. Op de voorgrond een zie je een berg suikerbieten.

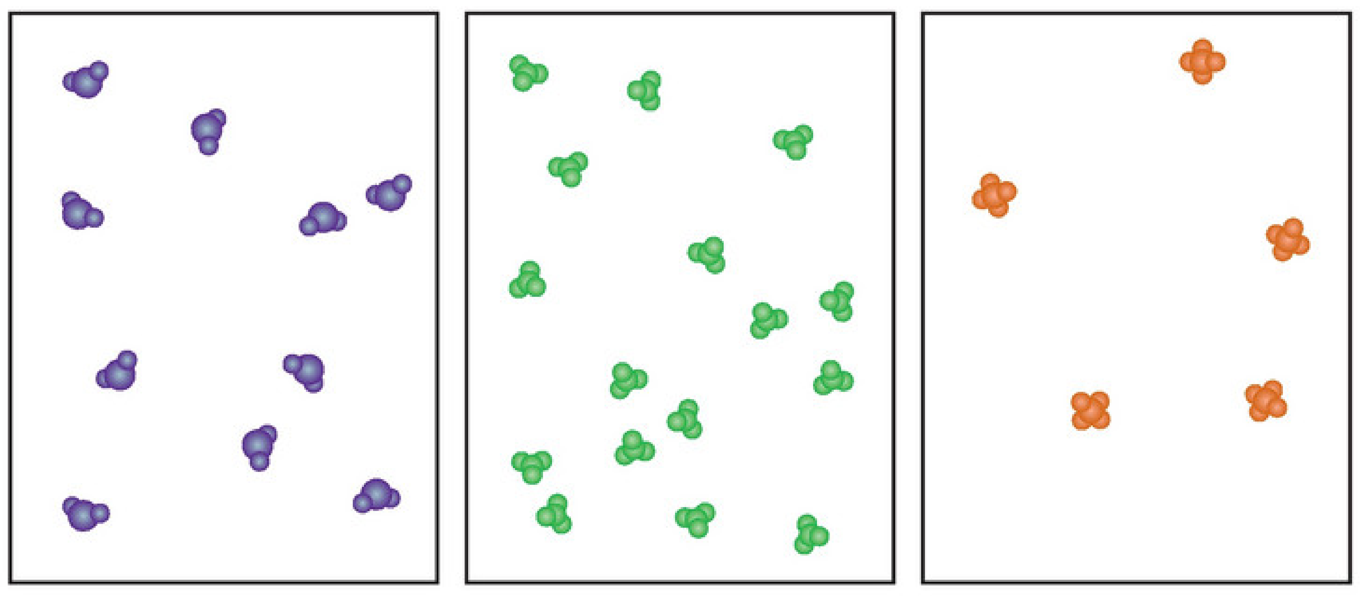
MOLECULEN SORTEREN

Elk zuiveringsproces begint met een mengsel waarin verschillende soorten moleculen voorkomen. In figuur 4 zie je daar een schematische voorstelling van. Om het verschil duidelijk te maken, heeft elk soort molecuul een eigen kleur gekregen. Zuiveren betekent dat je de moleculen van de stof die je wilt hebben, scheidt van de overige moleculen.



figuur 4 Een mengsel van drie stoffen.

Bij het scheiden van stoffen ben je dus eigenlijk bezig om moleculen te sorteren. Je zorgt ervoor dat moleculen van dezelfde soort bij elkaar terechtkomen (figuur 5). Bij het zuiveren van suiker bijvoorbeeld, wil je alleen suikermoleculen overhouden. Andere moleculen haal je zo veel mogelijk weg. Ten slotte blijven er witte kristallen over die voor meer dan 99% uit suiker bestaan.



figuur 5 Drie zuivere stoffen.

In theorie kun je een stof zó ver zuiveren dat je een 100% **zuivere stof** overhoudt. In zo'n stof zijn alle moleculen van dezelfde soort. In de praktijk is dat niet helemaal haalbaar. Er blijven altijd kleine hoeveelheden van andere moleculen achter. Stoffen zoals suiker, keukenzout en gedestilleerd water zijn daarom nooit echt helemaal zuiver, al noem je ze wel 'zuivere stoffen'.

EIGENSCHAPPEN VASTSTELLEN

Als je de eigenschappen van een stof wilt onderzoeken, wil je niet dat andere stoffen het resultaat beïnvloeden. Je wilt zeker weten dat de onderzochte eigenschappen echt bij die ene stof horen. Daarom werken scheikundigen vaak met zuivere stoffen of met oplossingen waarin maar één opgeloste stof zit.

Sommige eigenschappen van stoffen kun je eenvoudig vaststellen. De geur onderzoek je door voorzichtig te ruiken. Sommige stoffen hebben een heel herkenbare geur, zoals chloor, spiritus en vanilline (het hoofdbestanddeel van vanille). Bij de geur van chloor denk je meteen aan een zwembad.

Om de kleur vast te stellen, hoef je alleen maar te kijken (figuur 6). Veel stoffen hebben kenmerkende kleuren, zoals goud (geel), kopersulfaat (blauw) en roest (roodbruin). Andere stoffen zijn kleurloos, zoals water en alcohol.



figuur 6 Drie stoffen met een kenmerkende kleur. Ze lossen alle drie gemakkelijk op in water.

Andere stofeigenschappen kun je alleen vaststellen door proeven te doen. Dat geldt bijvoorbeeld voor de **oplosbaarheid**. Als je wilt weten of een bepaalde stof oplost in water, kun je dat uitproberen. Je merkt dan dat je veel stoffen gemakkelijk in water kunt oplossen. Voorbeelden zijn keukenzout, koolstofdioxide, suiker en zuurstof. Maar er zijn ook veel stoffen die niet in water oplosbaar zijn. Dat geldt bijvoorbeeld voor schoolkrijt, slaolie en kaarsvet.

Voor veel toepassingen is het belangrijk om te weten of een stof **elektriciteit geleidt**. Ook daar kun je alleen achter komen door proeven te doen. Op basis van die proeven kun je stoffen verdelen in geleiders (zoals koper) en isolatoren (zoals glas).

Een belangrijke stofeigenschap is de **dichtheid**. De dichtheid geeft aan hoe zwaar of licht een bepaalde hoeveelheid van een stof is. Lood heeft een grote dichtheid: 11,35 g/cm^3. Dat betekent dat 1 cm^3 lood (een kubusje van 1 bij 1 bij 1 cm) 11,35 g weegt. Aluminium heeft een veel kleinere dichtheid: 2,70 g/cm^3. Een even groot kubusje van aluminium is dus veel lichter dan het kubusje lood.

EXTRA KEUKENZOUT

Keukenzout zou je een bijna zuivere stof kunnen noemen. Het bestaat voor meer dan 99% uit natriumchloride. Aan het zout is een beetje antiklontermiddel toegevoegd. Daardoor plakken de zoutkristallen minder snel aan elkaar als het zout vochtig wordt.

Het meeste zout dat in de winkel wordt aangeboden, bevat jodium (figuur 7). Dit jodiumhoudend zout moet ervoor zorgen dat mensen voldoende jodium binnenkrijgen. Gebrek aan jodium kan struma veroorzaken, een ziekte van de schildklier. De aanbevolen hoeveelheid jodium voor een volwassene is 0,15 mg per dag.



figuur 7 Keukenzout bevat vaak jodium.

Bakkers waren tot 2008 verplicht om zout met extra jodium te gebruiken. Dat moest ervoor zorgen dat elke Nederlander genoeg jodium binnenkreeg. Nu heeft de overheid die verplichting afgeschaft, maar de meeste bakkers gebruiken nog steeds jodiumhoudend bakkerszout. Alleen als je weinig brood eet of brood waaraan geen bakkerszout is toegevoegd, loop je kans op een jodiumtekort.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Stoffen bestaan uit moleculen.

a Een stof die uit verschillende soorten moleculen bestaat noem je een ....

b Een stof die uit één soort moleculen bestaat noem je een ....

c Wat gebeurt er met de moleculen van een stof als je een scheidingsmethode gebruikt?

....

....

....

2 Je kunt stoffen herkennen aan hun eigenschappen.

a Noteer twee stofeigenschappen die je direct met je zintuigen kunt waarnemen.

....

....

b Noteer drie stofeigenschappen die je alleen kunt vaststellen door proeven te doen.

....

....

....

3 Geef een voorbeeld van een stof:

a met een kenmerkende gele kleur

....

b met een kenmerkende scherpe geur

....

c die je niet in water kunt oplossen

....

d die goed elektriciteit geleidt

....

e met een grote dichtheid

....

TOEPASSING

4 In een suikerfabriek wordt suiker stap voor stap gezuiverd (figuur 8). Hierbij worden vijf verschillende scheidingsmethodes gebruikt.

a De suiker wordt met warm water uit de in reepjes gesneden bieten gehaald.
Hoe noem je deze scheidingsmethode (zie figuur 8)?

....

b Na zuivering houd je dunsap over dat voor circa 85% uit water bestaat.
Hoe wordt het meeste water uit het dunsap verwijderd?

....

....

c Het diksap dat je zo overhoudt, bestaat voornamelijk uit twee stoffen.

Diksap bestaat voor ongeveer 70% uit .... en voor ongeveer 30% uit ....

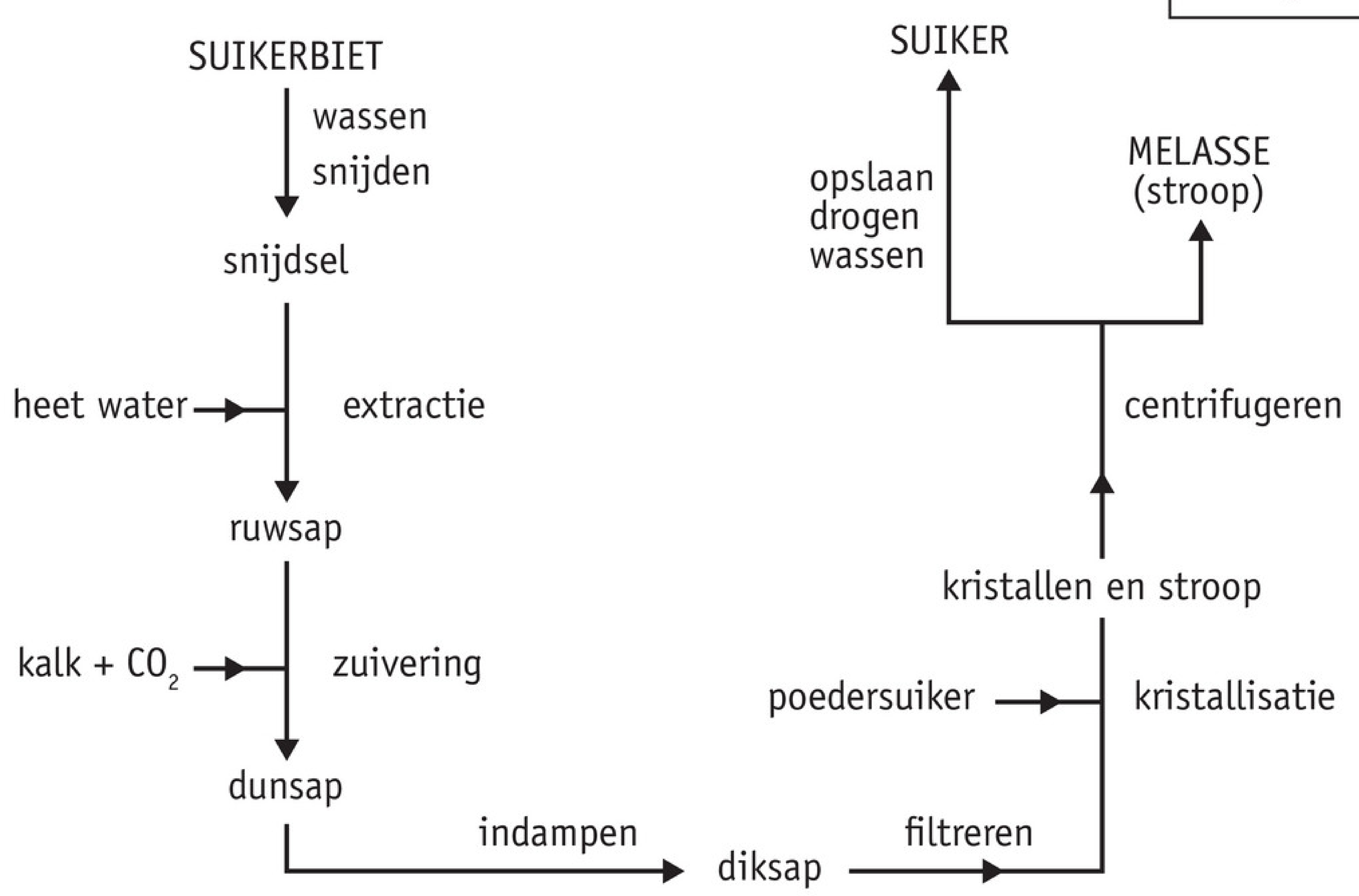
d In vacuümpannen wordt het diksap verder ingekookt en begint de suiker te kristalliseren.
Hoe worden de suikerkristallen gescheiden van het laatste overgebleven water?

....

....

1 De suikerbieten worden met water gewassen. De schone bieten worden daarna in reepjes gesneden.Ten slotte wordt de suiker in het snijdsel geëxtraheerd met warm water. Zo ontstaat ruwsap, een oplossing met circa 15% suiker.

5 Als de suikerkristallen groot genoeg zijn, worden ze in centrifuges van de overgebleven vloeistof gescheiden. De suikerkristallen worden gewassen en gedroogd en ten slotte opgeslagen in grote silo's.



4 Het diksap wordt nu nog verder ingedampt in vacuümpannen. Ondertussen wordt een proces van kristallisatie gestart door poedersuiker bij de oplossing te doen. De kristallen (suikerkorrels) groeien dan steeds verder aan.

2 Het ruwsap wordt gezuiverd tot dunsap. Dat gebeurt met twee hulpstoffen: eerst wordt kalkmelk bij het ruwsap gedaan en daarna wordt CO_2 toegevoegd. De kalk vormt dan kleine vaste deeltjes. Deze deeltjes zakken door het sap naar beneden en nemen ongewenste stoffen met zich mee.

3 Het dunsap wordt ingedikt door een deel van het water te laten verdampen. Zo ontstaat diksap: een dikke siroop met ongeveer 70% suiker. Het diksap wordt gefiltreerd om de laatste zwevende deeltjes te verwijderen.

figuur 8 Suiker zuiveren in een suikerfabriek.

5 Met het apparaat van figuur 9 kun je uit zeewater drinkwater maken. Je vult de bak links met zeewater, zet het apparaat in de zon en vangt het water op dat van het glas afdruppelt.

a Op grond van welke eigenschap worden de stoffen van elkaar gescheiden?

Deze zuiveringsmethode scheidt stoffen die gemakkelijk ....
(zoals water) van stoffen die dat niet doen (zoals zout).

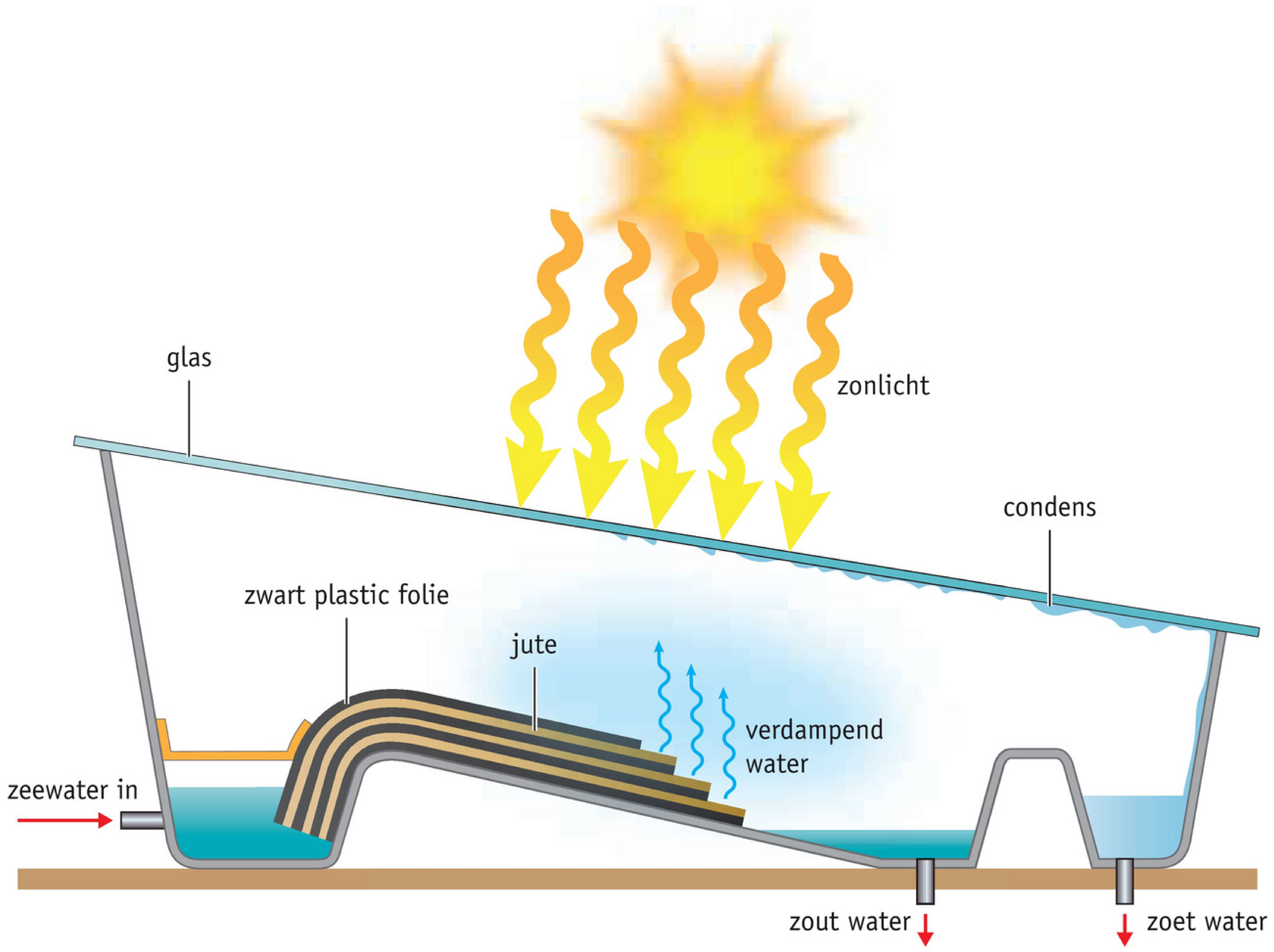
b Welke energiebron wordt door dit apparaat benut?

....

c Waar blijft het zout dat in het zeewater zit?

....

....



figuur 9 Met dit apparaat maak je drinkwater uit zeewater.

6 In hoofdstuk 2 heb je geleerd dat lucht uit moleculen bestaat. Toch bestaat lucht niet uit ‘luchtmoleculen’.

a Waarom mag je de moleculen in lucht geen ‘luchtmoleculen’ noemen?

....

....

....

b Uit welke twee soorten moleculen bestaat lucht voornamelijk?

....

7 Bekijk de volgende tien stoffen.
alcohol – azijnzuur – chloor – goud – grafiet – ijzer – koper – kopersulfaat – olijfolie – zuurstof
Noteer elke stof op de juiste plaats in tabel 1.

tabel 1 Tien stoffen en hun eigenschappen.

fase bij 20 °C	kleur	geur	oplosbaar in water	geleidt elektriciteit	stof
vast	blauw	geen	ja	nee	
vloeibaar	kleurloos	sterk, niet onaan-genaam	ja	nee	
vast	grijs	geen	nee	ja	
vast	oranjerood	geen	nee	ja	
vloeibaar	kleurloos	sterk prikkelend, zuur	ja	ja	
vast	geel	geen	nee	ja	
vast	zwart	geen	nee	ja	
gas	kleurloos	geen	ja	nee	
gas	geelgroen	onaangenaam, sterk prikkelend	ja	nee	
vloeibaar	geelgroen	flauw, niet on-aangenaam	nee	nee	

8 Zie de vaardigheid *Veilig werken met stoffen*.
Smaak is een stofeigenschap die je thuis vaak gebruikt. Als je niet weet wat het witte poeder is in een zakje in de keukenla (citroenzuur, krijt, poedersuiker ...), dan proef je even.
Leg uit waarom smaak bij het vak nask *nooit* wordt gebruikt om stoffen te onderscheiden.

....

....

....

....

....

....

9 Op de website van een waterbedrijf staat informatie over kraanwater (figuur 10).

a Welke stoffen zitten er volgens het waterbedrijf allemaal in kraanwater?

....

....

b Welke verzamelnaam gebruikt het waterbedrijf voor deze stoffen? ....

c Kraanwater bevat minder mineralen dan mineraalwater.
Waarom is dat volgens het waterbedrijf maar goed ook?

....

....

....

d Waarom is kraanwater volgens het waterbedrijf ook veiliger voor de consument dan mineraalwater?

....

....

....

KRAANWATER

Wat er in kraanwater zit



Kraanwater bevat mineralen die goed voor ons zijn, zoals calcium, magnesium, kalium, carbonaten en sulfaten. Calcium (kalk) en magnesium zijn goed voor je botten, ijzer is goed voor je bloed. Er zitten genoeg mineralen in kraanwater. Fabrikanten van bron- en mineraalwater beweren weleens dat een grote hoeveelheid mineralen gezond is voor het lichaam. Maar een te veel aan mineralen in het water is ook weer niet goed: het vormt een extra belasting voor de nieren.

Wat zit er niet in kraanwater?

Veel fabrikanten van waterfilters en watercoolers vertellen dat er chloor in kraanwater zit, maar in 80% van het kraanwater in Nederland is dat helemaal niet het geval. Kraanwater wordt vaker en op meer stoffen onderzocht dan bijvoorbeeld mineraalwater. In het Drinkwaterbesluit (de Drinkwaterwet) is voor zo'n 65 stoffen de maximale hoeveelheid mineralen vermeld. Hierin is ook bepaald dat waterbedrijven de veiligheid van hun drinkwater moeten aantonen met een microbiologische risicoanalyse. Drinkwater moet van dusdanige kwaliteit zijn, dat het risico op een darminfectie via drinkwater kleiner is dan één infectie per 10 000 personen per jaar (oftewel voor één persoon kleiner is dan eens per 10 000 jaar). Tot slot bevat kraanwater geen calorieën, vetten, suikers en kleurstoffen.

figuur 10 Het waterbedrijf maakt reclame voor kraanwater.

EXTRA KEUKENZOUT

10 In figuur 11 is een stukje weergegeven van een artikel over jodiumgebrek.
Leg uit met behulp van de gegevens in figuur 11:

a waardoor veel meisjes en vrouwen te weinig jodium binnenkrijgen.

....

b waar een dokter aan kan merken dat iemand gebrek heeft aan jodium.

....

c waarom brood wordt genoemd als een belangrijke bron van jodium.

....

d waarom mensen met een zoutarm dieet extra jodium moeten slikken.

....

....

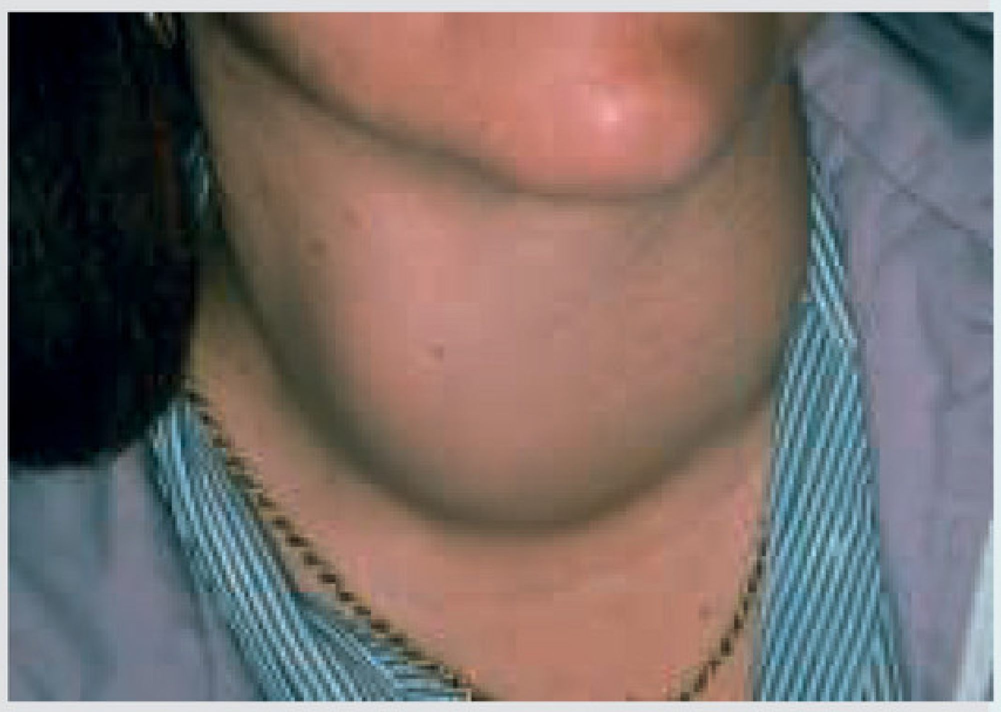
e waardoor struma bijna nooit voorkwam bij mensen die aan zee leven.

....

....

....

JODIUMGEBREK



Veel mensen krijgen te weinig jodium via hun voeding binnen. Dit geldt vooral voor jonge meisjes en vrouwen die weinig brood eten. Jodiumgebrek kan tot uiting komen door een opgezette schildklier in je hals, zie de foto. Deze aandoening heet krop of struma. Belangrijke bronnen van jodium zijn schaal- en schelpdieren, vis, zeewier, de meeste soorten brood en met jodium verrijkt zout.
In de supermarkt kun je zout kopen met jodium. Op de verpakking staat vermeld hoeveel jodium het zout bevat. Standaard is dat 21 mg jodium per kilo. De meeste bakkers gebruiken jodiumhoudend broodzout in hun brood, al zijn er uitzonderingen. Dit broodzout is niet in de winkel te koop en bevat 55 tot 65 mg jodium per kilo.

figuur 11 Informatie over jodiumgebrek.

★ **11** Yannick krijgt met zijn voedsel elke dag gemiddeld 3 gram jodiumhoudend keukenzout binnen. Het brood dat hij eet, is daarnaast ook nog eens goed voor 2 gram bakkerszout per dag.

a Wat is de aanbevolen dagelijkse hoeveelheid jodium?

....

b Hoeveel jodium bevat jodiumhoudend keukenzout per kilogram?

....

c Hoeveel jodium bevat broodzout per kilogram?

....

d Bereken of Yannick genoeg jodium binnenkrijgt via het zout in zijn voedsel.
Noteer de hele berekening.

....

....

....

....

....

....

....

Test je kennis met de *Test jezelf*.

2 Smeltpunt en kookpunt

LEERDOELEN

4.2.1 Je kunt stoffen van elkaar onderscheiden op basis van hun fase bij kamertemperatuur.
4.2.2 Je kunt toelichten dat het woord ‘damp’ dezelfde fase aanduidt als het woord ‘gas’.
4.2.3 Je kunt het kookpunt en smeltpunt van een stof aflezen uit een temperatuur-tijddiagram.
4.2.4 Je kunt beschrijven wat er in een vloeistof gebeurt als de stof aan het koken is.
4.2.5 Je kunt uitleggen waarom je bij het kookpunt ook de luchtdruk moet vermelden.
EXTRA 4.2.6 Je kunt uitleggen wat wordt bedoeld met ‘het kooktraject van een mengsel’.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	4.2.1	4.2.2	4.2.3	4.2.4	4.2.5	4.2.6
Onthouden	1a		1b	1c	1de	
Begrijpen	2ac, 6abc	7abcd	3b, 4a		9abcde	10ab, 11ce
Toepassen	2b, 5cd		3a, 4b			10c, 11abdf
Analyseren	8					

Als je alcohol op een watje doet, ruik je meteen een alcohollucht. De alcohol verdampt snel en komt met de lucht in je neusgaten terecht. Waaraan kun je nog meer merken dat alcohol snel verdampt?

VAST, VLOEIBAAR OF GASVORMIG

De **fase** is één van de eigenschappen waar je een stof aan kunt herkennen. Je weet dat bij normale druk en kamertemperatuur (20 °C) suiker vast is, benzine vloeibaar en zuurstof gasvormig. Een heldere vloeistof in een fles zou dus wel benzine kunnen zijn, maar geen suiker of zuurstof.

De meeste vloeistoffen bewaar je afgesloten, in een fles, blik of pak. Anders verdampen ze en is er na kortere of langere tijd geen vloeistof meer over. Sommige vloeistoffen verdampen heel snel als je ze niet goed afsluit, veel sneller dan water. Je zegt dat zo’n vloeistof **vluchtig** is. Bekende voorbeelden zijn alcohol, benzine en aceton.

Voor de gasvormige fase worden twee woorden gebruikt: ‘gas’ en ‘damp’. Je hebt het bijvoorbeeld over ‘benzinedamp’ en niet over ‘benzinegas’. Het woord ‘damp’ gebruik je voor stoffen die onder gewone omstandigheden ook vloeibaar kunnen zijn, zoals water of benzine. Stoffen zoals zuurstof, die bij kamertemperatuur en gewone druk alleen als gas voorkomen, worden een gas genoemd.

Eigenlijk is er niet echt een verschil tussen een gas en een damp. Benzinedamp en waterdamp zijn net zo goed gassen als zuurstof en stikstof. Benzinedamp is een onzichtbaar gas, dat zich zonder problemen mengt met de lucht om je heen (figuur 1). Je ruikt meteen of iemand benzine heeft gemorst, maar je kunt de benzine net zo min zien als de andere gassen in de atmosfeer.



figuur 1 Benzinedamp (gasvormige benzine) kun je niet zien, maar wel ruiken.

HET SMELTPUNT BEPALEN

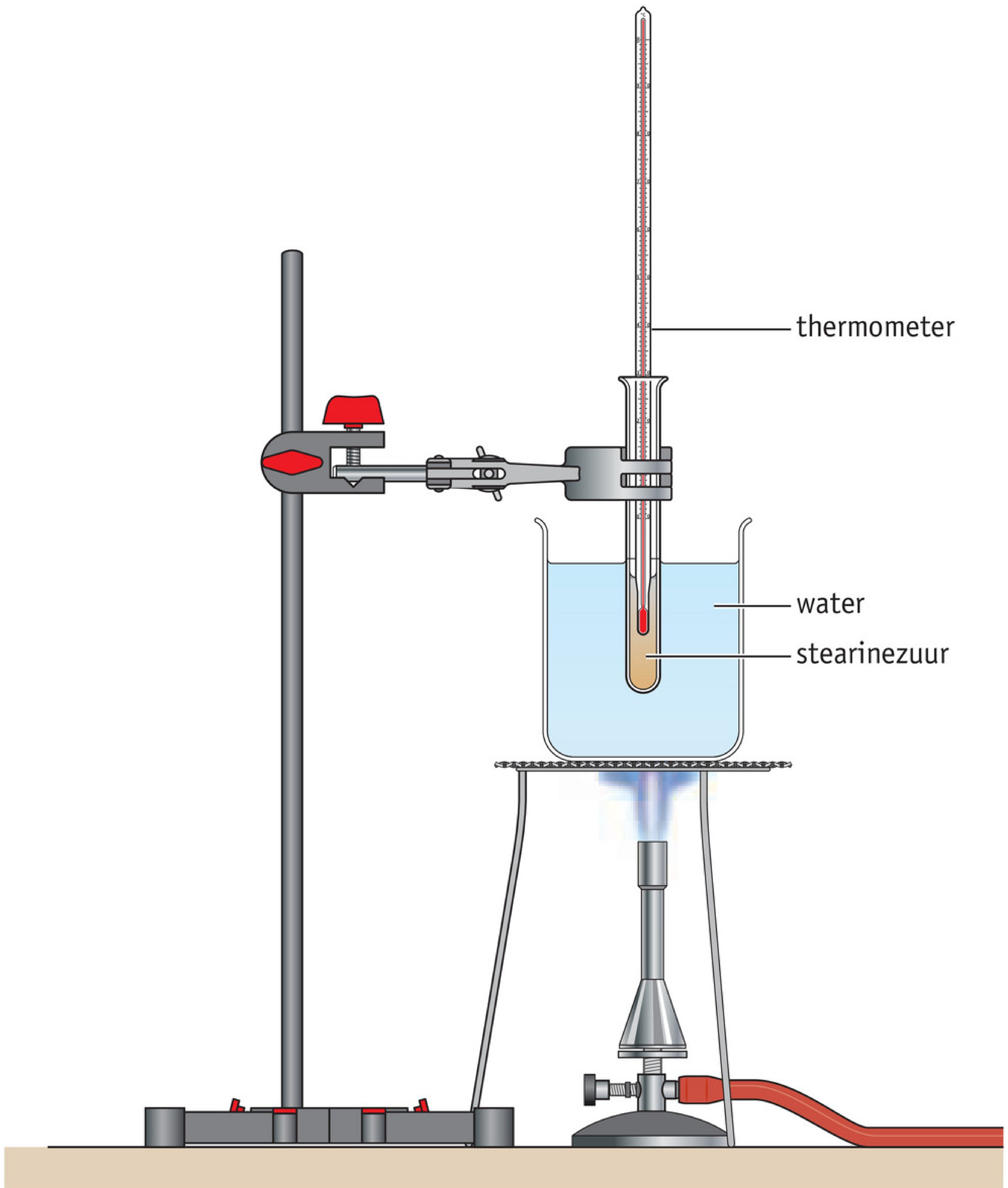
PROEF 2

Een zuivere stof smelt altijd bij dezelfde temperatuur. Die temperatuur noem je het **smeltpunt** van de stof. Alcohol smelt bijvoorbeeld bij −114 °C, ijs bij 0 °C en lood bij 328 °C. Het smeltpunt is dus een stofeigenschap (tabel 1). Bij allerlei toepassingen van stoffen speelt het smeltpunt een belangrijke rol. Denk bijvoorbeeld aan het solderen van metalen door een sieradenontwerper of een elektrotechnicus.

tabel 1 Het smeltpunt van enkele zuivere stoffen.

stof	smeltpunt (°C)
alcohol (ethanol)	−114
kwik	−39
water	0
stearinezuur	69
lood	328
keukenzout	801
ijzer	1538
wolfraam	3422

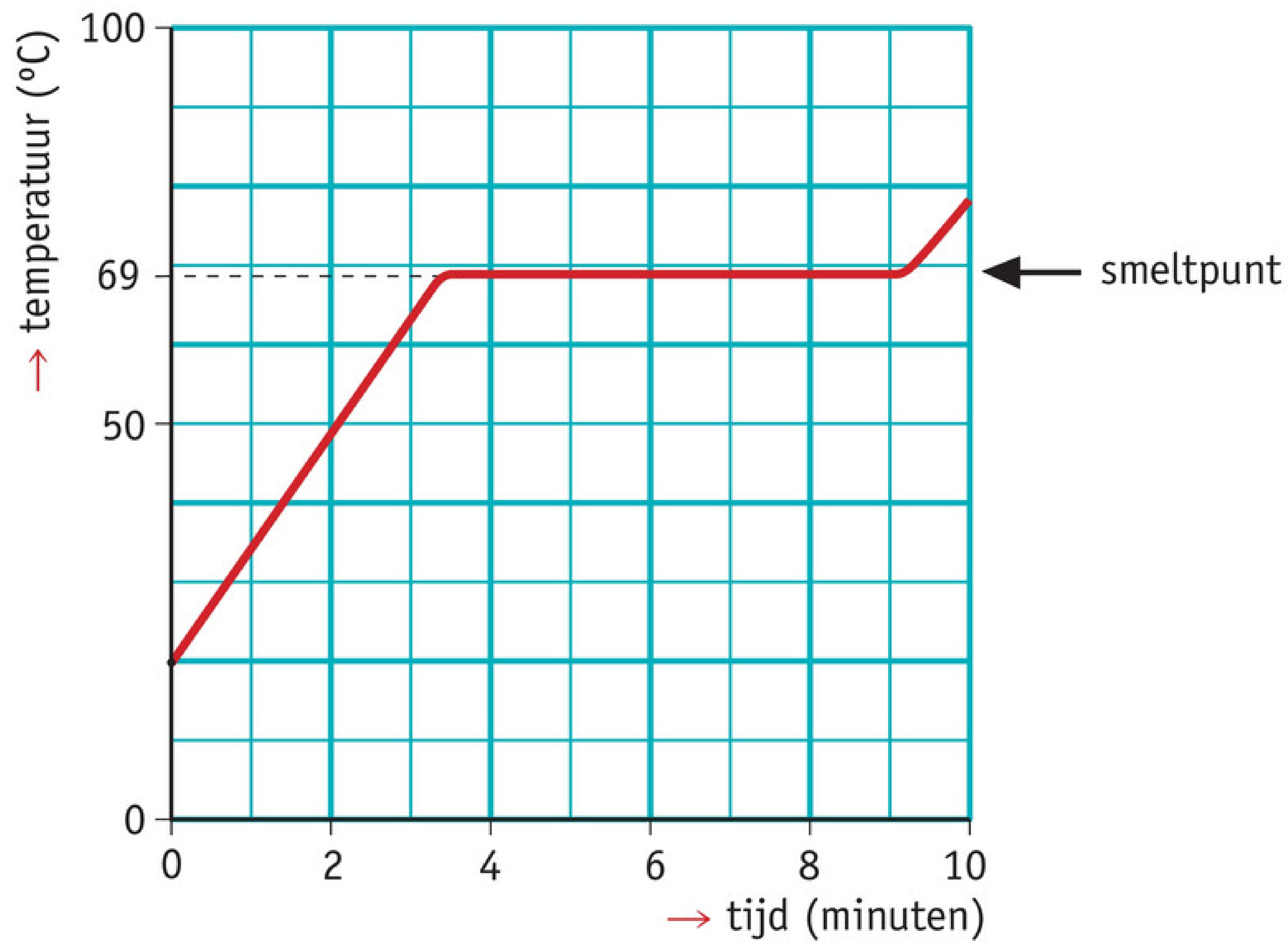
In figuur 2 zie je een proef om het smeltpunt van een stof te bepalen. Een reageerbuis met stearinezuur wordt verwarmd in een bekerglas met heet water. Zo kun je er zeker van zijn dat de reageerbuis gelijkmatig wordt verwarmd. Met regelmatige tussenpozen wordt de temperatuur van het stearinezuur gemeten.



figuur 2 Met deze proef kun je het smeltpunt van stearinezuur bepalen.

In figuur 3 zijn de meetresultaten van zo'n proef ingetekend in een temperatuur-tijddiagram. Je ziet dat het stearinezuur begint te smelten als de temperatuur 69 °C is. Dan is het smeltpunt van de stof bereikt. De temperatuur blijft een tijd lang constant 69 °C. Alle toegevoerde warmte wordt nu gebruikt om de stof te laten smelten. Pas als alle stearinezuur is gesmolten, stijgt de temperatuur weer.

Als je het gesmolten stearinezuur laat afkoelen, gebeurt het omgekeerde. Bij 69 °C begint het stearinezuur te stollen. De temperatuur blijft 69 °C tot al het stearinezuur is gestold. Pas daarna daalt de temperatuur verder. Het **stolpunt** is dus gelijk aan het smeltpunt.



figuur 3 Een temperatuur-tijddiagram van het smelten van stearinezuur.

HET KOOKPUNT VAN STOFFEN

Als je een vloeistof verwarmt, zal hij bij een bepaalde temperatuur gaan koken. Je ziet dan overal in de vloeistof dampbellen ontstaan. De vloeistof verdampt dan niet alleen aan het vloeistofoppervlak zoals bij 'gewoon' verdampen, maar overal in de vloeistof. De temperatuur waarbij dit gebeurt, noem je het **kookpunt** van de stof. Zolang de vloeistof kookt, blijft de temperatuur constant 'op het kookpunt'.

De hoogte van het kookpunt is afhankelijk van de luchtdruk. Hoe hoger de luchtdruk, des te hoger het kookpunt. Dat komt doordat er zich minder gemakkelijk dampbellen vormen als de druk op de vloeistof groter is. Meestal wordt het kookpunt van een stof opgegeven bij een 'standaard' luchtdruk van 1000 mbar (100 kPa).

Elke zuivere stof heeft zijn eigen kookpunt. Het kookpunt is dus net als het smeltpunt een stofeigenschap (tabel 2). Vluchtige vloeistoffen zoals ether, aceton en alcohol kun je herkennen aan hun lage kookpunten. Zuurstof en stikstof komen bij kamertemperatuur alleen als gas voor. Deze stoffen hebben een nog veel lager kookpunt. In figuur 4 zie je vloeibaar gemaakte stikstof koken bij −196 °C.



figuur 4 Een reageerbuis met kokende stikstof.

tabel 2 Het kookpunt van enkele zuivere stoffen (bij 1000 mbar).

stof	kookpunt (°C)
stikstof	−196
zuurstof	−183
ether	35
aceton	56
alcohol (ethanol)	78
water	100
kwik	357
lood	1749

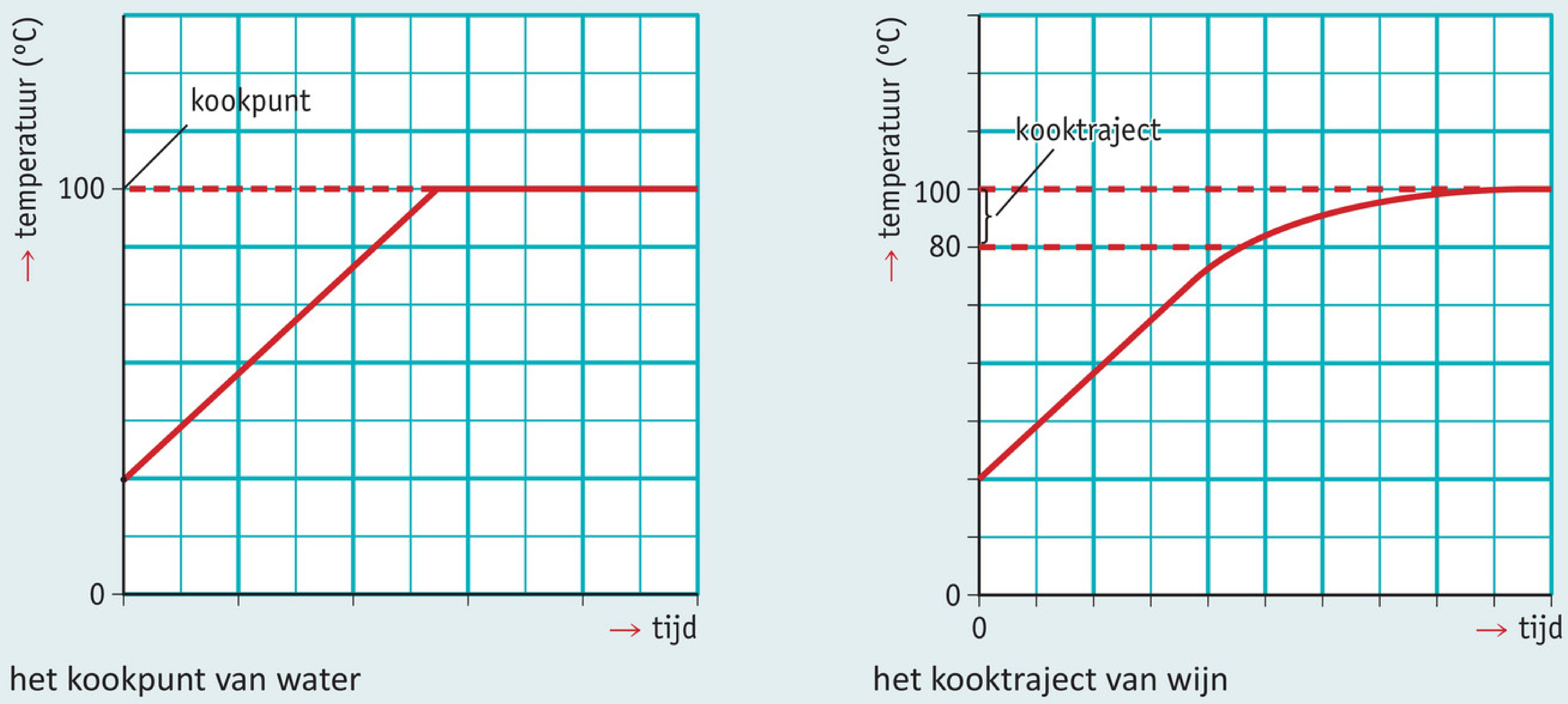
EXTRA HET KOOKTRAJECT VAN EEN MENGSEL

Mengsels gedragen zich bij een faseovergang anders dan zuivere stoffen. Dat merk je bijvoorbeeld als je een mengsel van water en alcohol gaat verwarmen. Wijn is een voorbeeld van zo'n mengsel. Een fles wijn bevat ongeveer twaalf volumeprocent (12 vol%) alcohol. Dat betekent dat 100 mL wijn 12 mL zuivere alcohol bevat. Verder bestaat wijn vooral uit water.

Als je wijn aan de kook brengt, zie je dat de vloeistof bij ongeveer 80 °C begint te koken. Tijdens het koken loopt de temperatuur langzaam op tot 100 °C. De temperatuur blijft dus niet steeds constant. Dat betekent dat wijn geen kookpunt heeft, zoals zuiver water (100 °C) of zuivere alcohol (78 °C).

Mengsels van vloeistoffen hebben geen kookpunt, maar een kooktraject. Het kooktraject van wijn loopt van 80 tot 100 °C (figuur 5). Als de wijn bij 80 °C begint te koken, verdwijnt de alcohol het eerst uit de vloeistof. Later, als de temperatuur in de richting van 100 °C gaat, verdampt er steeds meer water. De alcohol is dan al grotendeels uit de vloeistof verdwenen.

figuur 5 Water heeft een kookpunt, wijn heeft een kooktraject.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Vul in.

a De meeste stoffen kunnen voorkomen in drie verschillende fasen: als .... ,
als .... en als ....

b De temperatuur waarbij een zuivere stof smelt, noem je het .... van de stof.

c Als een vloeistof kookt, ... de vloeistof niet alleen aan het vloeistofoppervlak, maar ....

d De hoogte van het kookpunt van een stof is afhankelijk van de ....

e Meestal wordt opgegeven hoe hoog het kookpunt is bij een 'gewone' ....
van .... mbar.

TOEPASSING

2 In de zomer zie je weleens nevel boven de weg hangen (figuur 6). Dat gebeurt als de zon meteen na een regenbui weer begint te schijnen.

a In welke fase is het water in zo'n nevel?

....

....

b Als mensen zo'n nevel zien, zeggen ze wel dat er een damp boven de weg hangt. Waarom is dat vanuit natuurkundig oogpunt een onjuiste aanduiding?

....

....

....

c Als de zon blijft schijnen, zal de nevel na verloop van tijd verdwijnen.
Welke faseovergang heeft er dan plaatsgevonden? ....



figuur 6 Een weg in het bos na een zomerse regenbui.

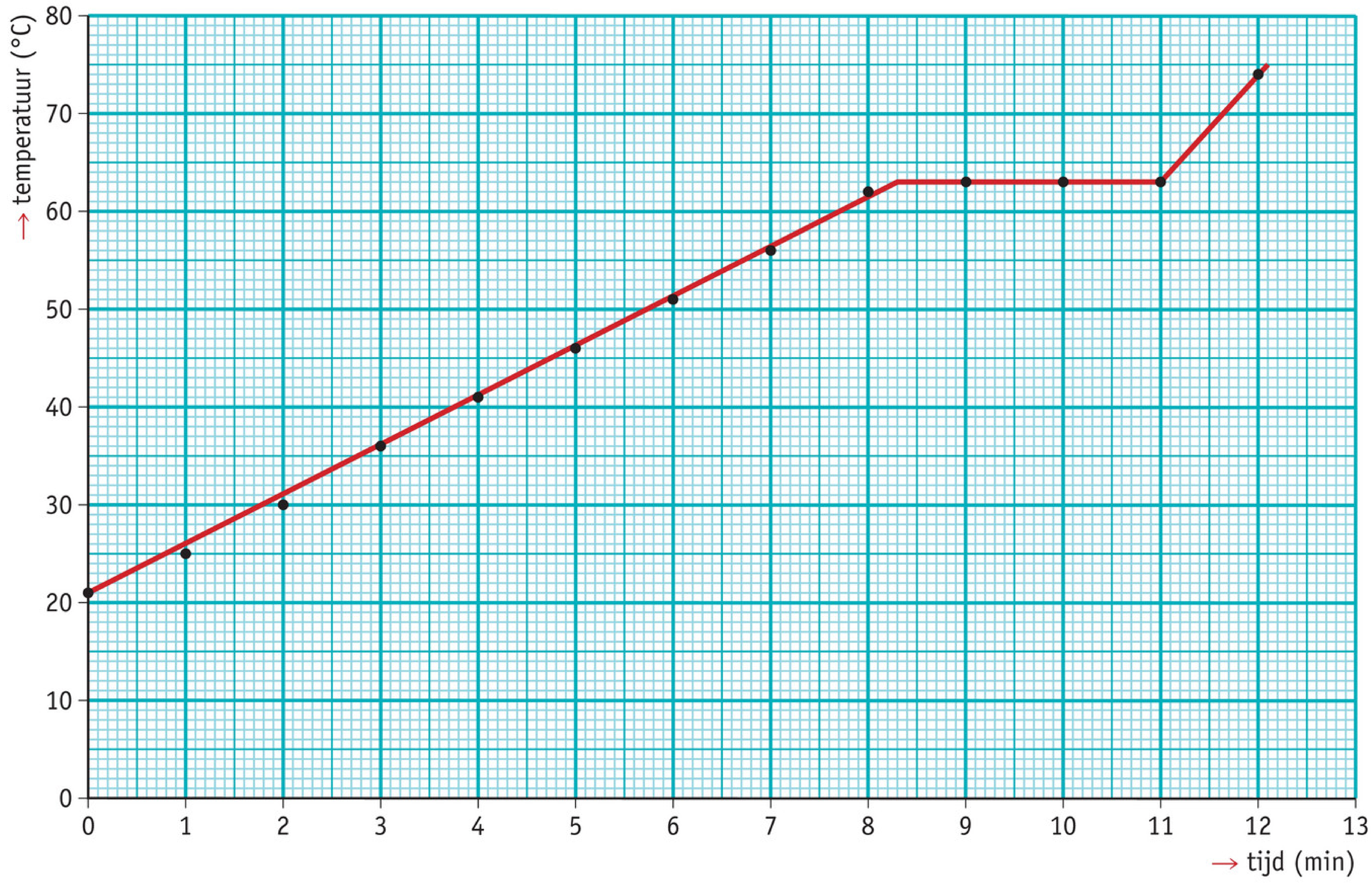
3 Mette doet een proef met zuiver palmitinezuur, een vaste stof die je onder andere tegenkomt in kaarsvet. Ze verwarmt het palmitinezuur en meet ondertussen regelmatig de temperatuur. Op een gegeven moment begint het palmitinezuur te smelten. Als al het palmitinezuur is gesmolten, meet Mette nog één keer de temperatuur en stopt dan met verwarmen.
In tabel 3 zie je Mettes meetresultaten.

a Teken in figuur 7 de grafiek van deze proef.

b Hoe hoog is het smeltpunt van palmitinezuur? .... °C

tabel 3 De meetresultaten van Mette.

tijd (min)	temperatuur (°C)	tijd (min)	temperatuur (°C)
0	21	7	56
1	25	8	62
2	30	9	63
3	36	10	63
4	41	11	63
5	46	12	74
6	51		



figuur 7 De grafiek van de proef van Mette.

4 Tijdens een practicum krijgen vier leerlingen een reageerbuis met 15 gram vaste stof. Ze laten de stof eerst smelten en daarna weer stollen. Ondertussen houden ze het temperatuurverloop bij. In figuur 8 zie je de vier temperatuur-tijddiagrammen die de leerlingen van deze proef hebben gemaakt.

a Bepaal het smeltpunt van de stof die Emma heeft gebruikt.

....

b Welke leerling(en) zou(den) met dezelfde stof gewerkt kunnen hebben als Emma? Licht je antwoord toe.

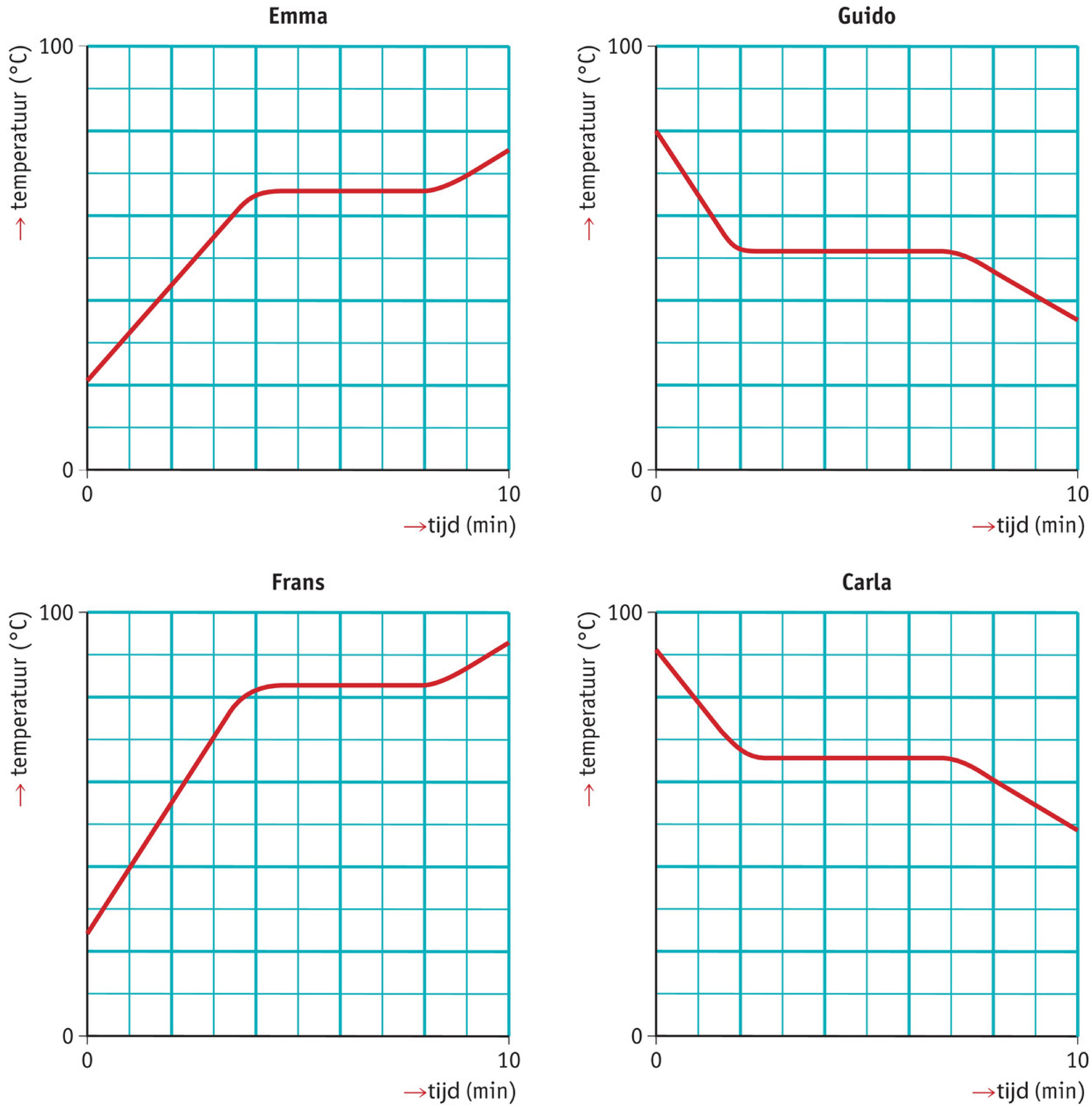
....

....

....

....

....



figuur 8 Vier temperatuur-tijddiagrammen.

5 Gebruik bij deze opgave *BINAS* tabel 15 *Gegevens van enkele vaste stoffen* en tabel 16 *Gegevens van enkele vloeistoffen*.

a Zoek de smeltpunten van de volgende stoffen op. Noteer de naam van de stof en het smeltpunt in K links van de temperatuurschaal in figuur 9.
alcohol – aluminium – kwik – lood – paraffine – petroleum – suiker – zwavelzuur

b Reken de smeltpunten om van K in °C. Noteer het smeltpunt in °C rechts van de temperatuurschaal in figuur 9.

c Trek in figuur 9 een horizontale lijn ter hoogte van 20 °C.
Welke eigenschap hebben alle stoffen boven deze lijn?

....

d Welke eigenschap hebben alle stoffen onder deze lijn?

....

6 In tabel 4 zijn de smeltpunten en kookpunten van acht stoffen vermeld.
Welke van deze stoffen kun je bij kamertemperatuur en gewone druk:

a tegenkomen als vaste stof? ....

b tegenkomen als vloeistof? ....

c alleen tegenkomen als gas? ....

tabel 4 Smeltpunten en kookpunten van acht stoffen.

stof	smeltpunt (°C)	kookpunt (°C)
alcohol	−114	78
ammoniak	−78	−33
fosfor (wit)	44	227
ijzer	1538	2750
kwik	−39	358
methaan	−182	−161
stikstof	−210	−196
terpentijn	−10	180

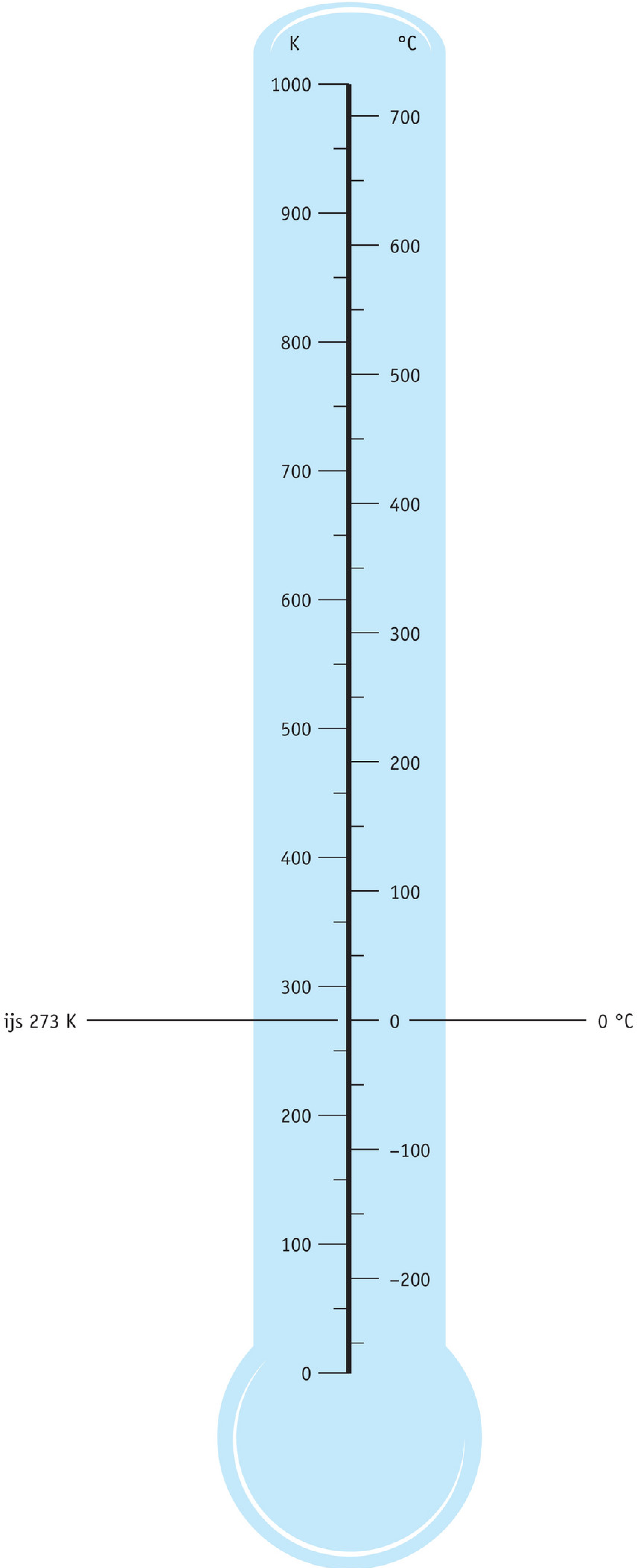
7 Gebruik tabel 4. Hoe wordt de gasvormige fase genoemd:

a van alcohol?
- ○ A alcoholdamp
- ○ B alcoholgas

b van methaan?
- ○ A methaandamp
- ○ B methaangas

c van stikstof?
- ○ A stikstofdamp
- ○ B stikstofgas

d van kwik?
- ○ A kwikdamp
- ○ B kwikgas



figuur 9 De smeltpunten van acht stoffen in K en in °C.

Meer oefening nodig met het *Omrekenen van temperaturen*?
Ga naar de *Vaardigheidstrainer* in paragraaf 2 Smeltpunt en kookpunt.

★ 8

Als je vloeibare stikstof in een bekerglas giet, ontstaat er rond het bekerglas meteen een witte nevel, zie figuur 4 in de theorie van deze paragraaf.
Waaruit bestaat die witte nevel?

- ○ A uit stikstof die is gecondenseerd
- ○ B uit stikstof die is verdampt
- ○ C uit water dat is gecondenseerd
- ○ D uit water dat is verdampt

★ 9

In figuur 10 zie je hoe het kookpunt van water afhangt van de luchtdruk.
Noteer bij welke temperatuur water kookt:

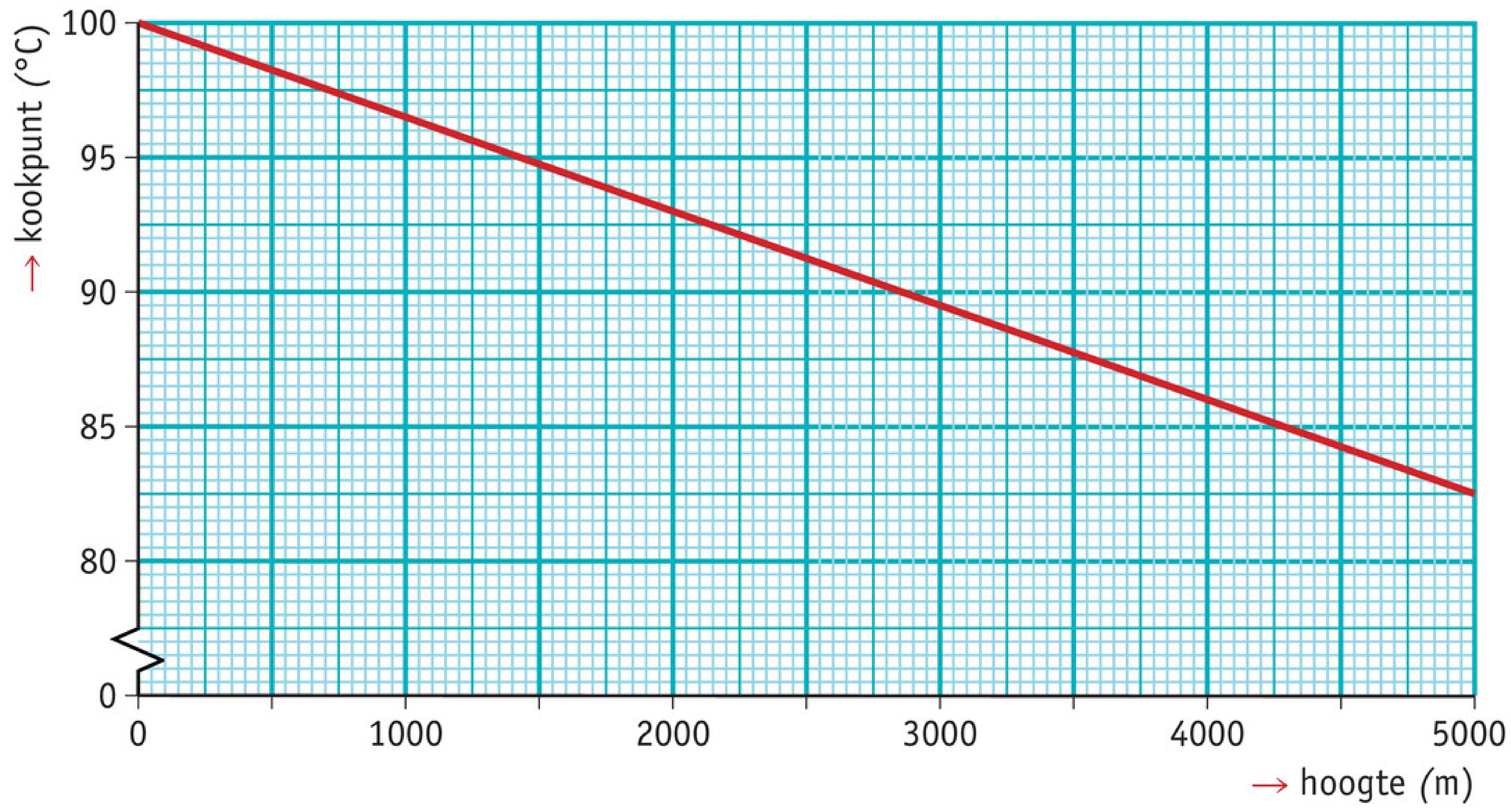
a op het Drielandenpunt, het hoogste punt van Nederland (323 m) .... °C

b op het Signal de Botrange, het hoogste punt van België (694 m) .... °C

c op de top van Ben Nevis, de hoogste berg van Schotland (1344 m) .... °C

d in La Paz, de meest hooggelegen hoofdstad ter wereld (3660 m) .... °C

e op de top van de Mont Blanc, het hoogste punt van West-Europa (4808 m) .... °C



figuur 10 Het verband tussen de hoogte en het kookpunt van water.

EXTRA HET KOOKTRAJECT VAN EEN MENGSEL

10

Op de fles wasbenzine in figuur 11 staat: 100/140.
Deze getallen geven het kooktraject van de wasbenzine aan (in °C).

a Als je wasbenzine verwarmt, begint de vloeistof na enkele minuten te koken.
Wat zal een thermometer aangeven die je op dat moment in de wasbenzine houdt? .... °C

b Wat zal de thermometer aangeven als bijna alle vloeistof is verdampt? .... °C

WASBENZINE / Kookpunt benzine 100/140
EC (EINECS) № 265-151-9 / CAS № 64742-49-0

- Verfverdunningsmiddel voor synthetische autolakken. Voor het verwijderen van vlekken.
- Aardoliedestillaat.
- Giftig voor in het water levende organismen; kan in het aquatisch milieu op lange termijn schadelijke effecten veroorzaken.
- Schadelijk: kan longschade veroorzaken na verslikken.
- Buiten bereik van kinderen bewaren.
- Op een goed geventileerde plaats bewaren.
- Verwijderd houden van ontstekingsbronnen - Niet roken.
- Damp niet inademen.
- Aanraking met de huid vermijden.
- Afval niet in de gootsteen werpen.
- Bij inslikken niet het braken opwekken: direct een arts raadplegen en de verpakking of het etiket tonen.

figuur 11 Het etiket op een fles wasbenzine.

c Het bepalen van het kooktraject van wasbenzine is niet moeilijk. Toch wordt deze proef nooit op school uitgevoerd.
Noteer twee redenen waarom deze proef niet op school mag worden gedaan.

....

....

....

....

11 Orhan smelt een hoeveelheid bijenwas in een reageerbuis. Ondertussen meet hij de temperatuur. In tabel 5 zie je zijn meetresultaten.

a Teken in figuur 12 de grafiek van deze proef.

b Na hoeveel minuten begint de bijenwas te smelten? na .... minuten

c Hoe hoog is dan de temperatuur? .... °C

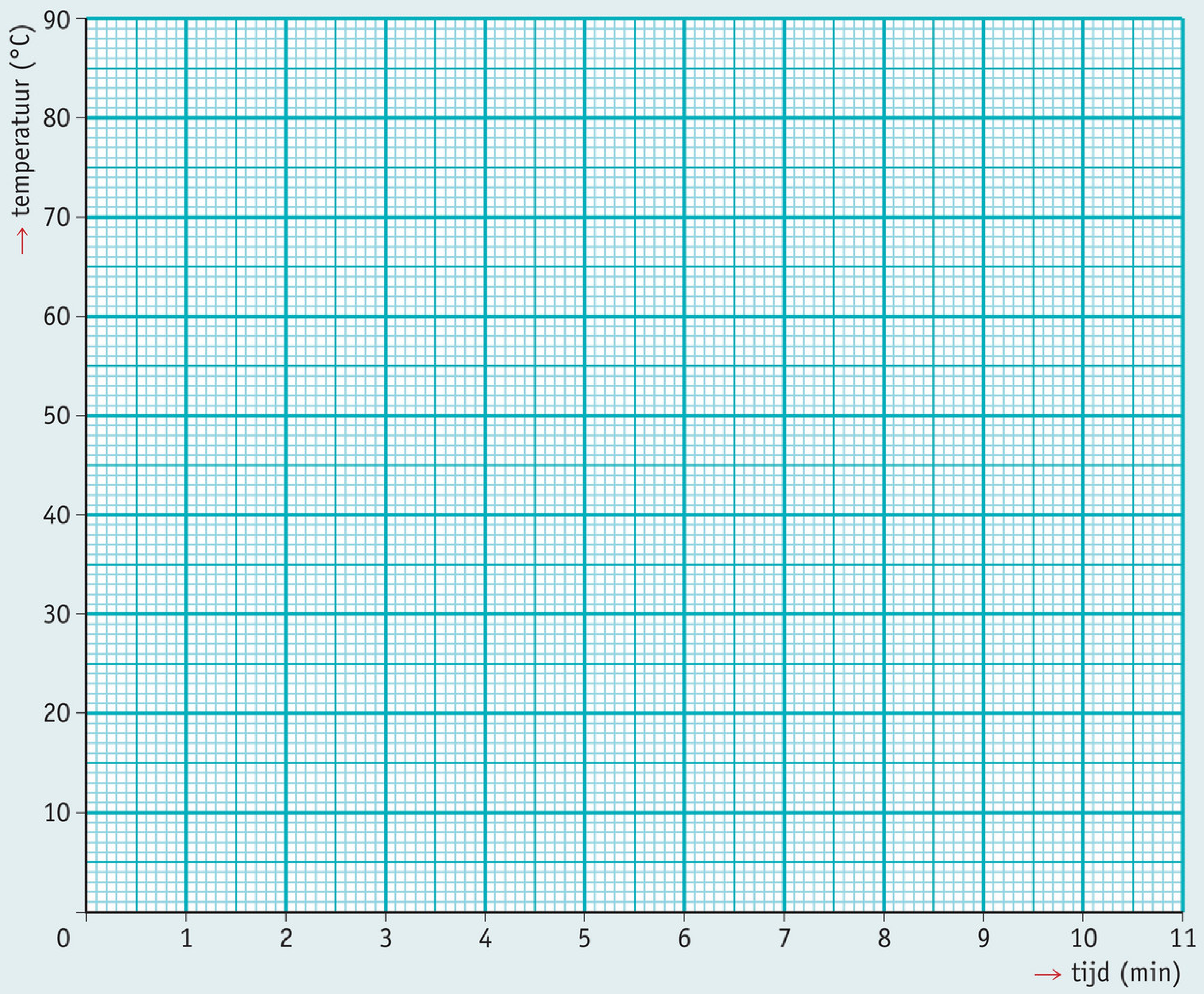
d Na hoeveel minuten is alle bijenwas gesmolten? na ....minuten

e Hoe hoog is dan de temperatuur? .... °C

f Is bijenwas een zuivere stof of een mengsel? Waaraan zie je dat?

....

....



figuur 12 De proef van Orhan.

tabel 5 De meetresultaten van Orhan.

tijd (min)	temperatuur (°C)
0	20
1	31
2	40
3	43
4	46
5	49
6	51
7	54
8	57
9	60
10	71
11	83

Test je kennis met de *Test jezelf*.

3 Veilig werken met stoffen

LEERDOELEN

4.3.1 Je kunt zeven gevaren beschrijven die stoffen voor mensen kunnen opleveren.
4.3.2 Je kunt de informatie toelichten die je op etiketten en veiligheidskaarten tegenkomt.
4.3.3 Je kunt de betekenis uitleggen van de pictogrammen of symbolen op gevaarlijke stoffen.
4.3.4 Je kunt de regels noemen die op school gelden als je met gevaarlijke stoffen werkt.
4.3.5 Je kunt uitleggen hoe je voorkomt dat schadelijke stoffen in het milieu terechtkomen.
EXTRA 4.3.6 Je kunt de eigenschappen en de gevaren van het metaal lood benoemen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	4.3.1	4.3.2	4.3.3	4.3.4	4.3.5	4.3.6
Onthouden	1abcd, 2d, 4ab, 5b	2abc	9a		3a	10ac
Begrijpen	5cd	5a, 6d		6abc	3b, 9bd	11abc
Toepassen	8b	7a	7bc, 8a		9c	10bd, 11d
Analyseren						

Op een fles accuzuur staat de waarschuwing dat de inhoud ‘bijtend’ is. Wat wordt daarmee bedoeld?

GEVAARLIJKE STOFFEN

In het huishouden gebruik je allerlei stoffen die gevaarlijk kunnen zijn. Sommige stoffen zijn **ontvlambaar**: ze kunnen gemakkelijk in brand vliegen. Voorbeelden zijn haarlak en wasbenzine. Andere stoffen zijn **irriterend**: ze kunnen huidontstekingen en oogbeschadigingen veroorzaken. Voorbeelden zijn ammonia en ovenreiniger (figuur 1).



figuur 1 Deze waarschuwing staat op een spuitbus met ovenreiniger.

Veel van de stoffen die je thuis gebruikt zijn gevaarlijk als je ze inslikt. Nu zul je zelf niet zo gauw een slok afwasmiddel of een hap soda nemen. Kleine kinderen doen dat misschien wel. Daarom moet je schoonmaakmiddelen en medicijnen opbergen op een plaats waar kleine kinderen niet bij kunnen.

Ook al ben je nog zo voorzichtig, toch kan het gebeuren dat een kind een giftige stof binnenkrijgt. Daarvoor bestaat de **gifwijzer**: een boekje of een app met informatie over giftige stoffen en planten (figuur 2). In de gifwijzer staat hoe je eerste hulp kunt geven als een kind iets giftigs heeft ingeslikt.



figuur 2 Een screenshot van de gifwijzer-app.

INFORMATIE OP ETIKETTEN

Op de verpakking van een gevaarlijke stof hoort een duidelijk etiket te staan (figuur 3). Dat staat in de wet. Je ziet zulke etiketten niet alleen bij stoffen waar je thuis mee werkt. Je komt ze ook tegen op de potjes en flessen in het natuur- en scheikundelokaal. De overheid heeft regels gemaakt voor de informatie op het etiket.



figuur 3 De veiligheidsinformatie op een etiket.

Om te beginnen moet er op het etiket staan om welke stof het gaat. Bij een oplossing wordt ook de **concentratie** van de stof vermeld. Op een fles met 1 liter schoonmaakazijn kun je bijvoorbeeld lezen dat de concentratie 5 volumeprocent is. Dat betekent dat de oplossing 50 mL azijnzuur bevat (5% van 1 liter is 50 mL). De overige 950 mL is water.

De informatie over de concentratie wordt niet zomaar vermeld. Hoe hoger de concentratie, des te groter is het gevaar. Met geconcentreerd azijnzuur (95%) moet je bijvoorbeeld erg voorzichtig zijn. Met schoonmaakazijn (5%) kan weinig misgaan, terwijl je huishoudazijn (1%) zelfs op de sla kunt doen.

Op etiketten worden gevaren aangegeven met een **pictogram** (figuur 4). Zo'n pictogram noem je ook wel een **gevarensymbool**. Verder kun je op het etiket **H- en P-zinnen** tegenkomen. De H staat voor *Hazard* = gevaar. Een H-zin geeft dus aan voor welk gevaar je moet oppassen. De P staat voor *Precaution* = voorzorgsmaatregel. Een P-zin geeft aan welke voorzorgsmaatregelen je moet nemen als je met een stof gaat werken.



corrosief
Kan allerlei stoffen en ook je huid ernstig aantasten; bijtend.



explosief
Kan door een schok, wrijving of een vonk ontploffen.



ontvlambaar
Kan gemakkelijk in brand vliegen; vaak zijn dit snel verdampende vloeistoffen.



brandbevorderend
Kan brandbare stoffen heviger laten branden.



giftig
Kan mensen ernstig ziek maken en kan in het ergste geval tot de dood leiden.



irriterend
Kan de huid en de slijmvliezen irriteren zodat ze gaan ontsteken.



schadelijk
Kan op de lange duur gezondheidsschade veroorzaken (onder andere kankerverwekkende stoffen).



niet mengen
Mag niet met andere stoffen worden gemengd, omdat er dan gevaar kan ontstaan.

figuur 4 Acht gevarensymbolen en hun betekenis.

Op een etiket past niet veel informatie. Daarom wordt er voor elke gevaarlijke stof ook een **veiligheidskaart** gemaakt. Op zo'n kaart kun je lezen wat de gevaren zijn en welke veiligheidsmaatregelen je moet nemen. Ook staat erop wat je bij een ongeluk moet doen.

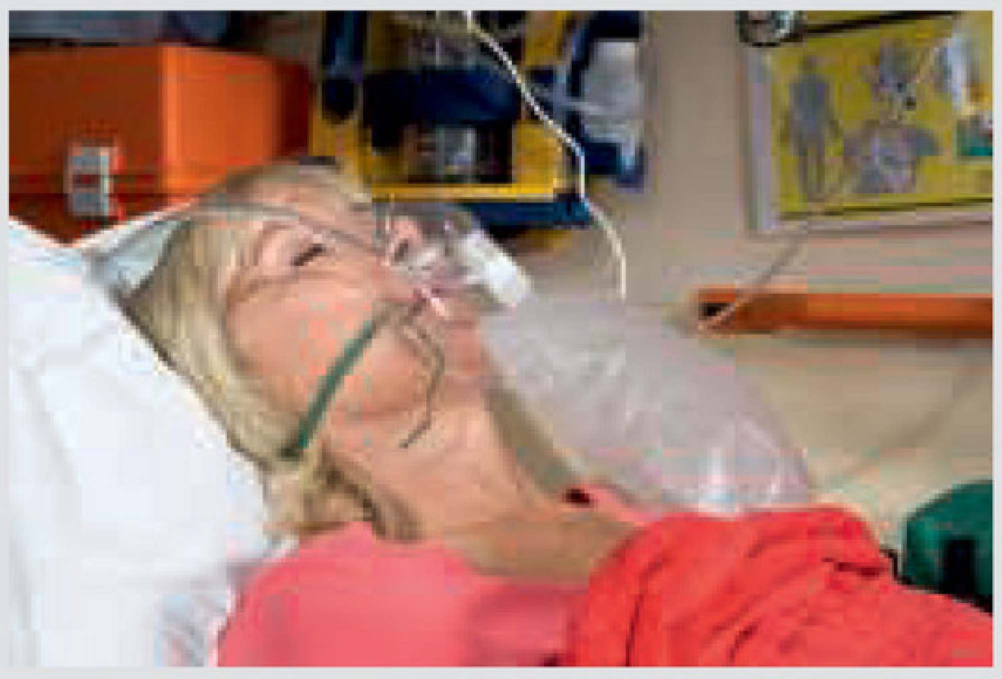
VEILIG WERKEN

Er zijn allerlei regels voor het werken met gevaarlijke stoffen. Als je op school met bijtende stoffen werkt, moet je een veiligheidsbril opzetten, plastic handschoenen dragen en een laboratoriumjas aantrekken. Als je met ontvlambare stoffen werkt, moet je zorgen voor goede ventilatie en uit de buurt blijven van open vuur.

Ook als je thuis met stoffen werkt, moet je voorzichtig zijn. Je moet bijvoorbeeld nooit zomaar allerlei schoonmaakmiddelen mengen. De kans bestaat dat er dan giftige gassen vrijkomen (figuur 5). Op sommige schoonmaakmiddelen staat daarom het pictogram: niet mengen!

ONGELUK MET SCHOONMAAKMIDDELEN

Een 42-jarige vrouw is met ernstige ademhalingsmoeilijkheden opgenomen in ziekenhuis De Maaslanden. De vrouw had voor het schoonmaken van het toilet een bleekmiddel gebruikt in combinatie met een wc-reiniger. Er ontstond een reactie waarbij het uiterst giftige chloorgas vrijkwam.



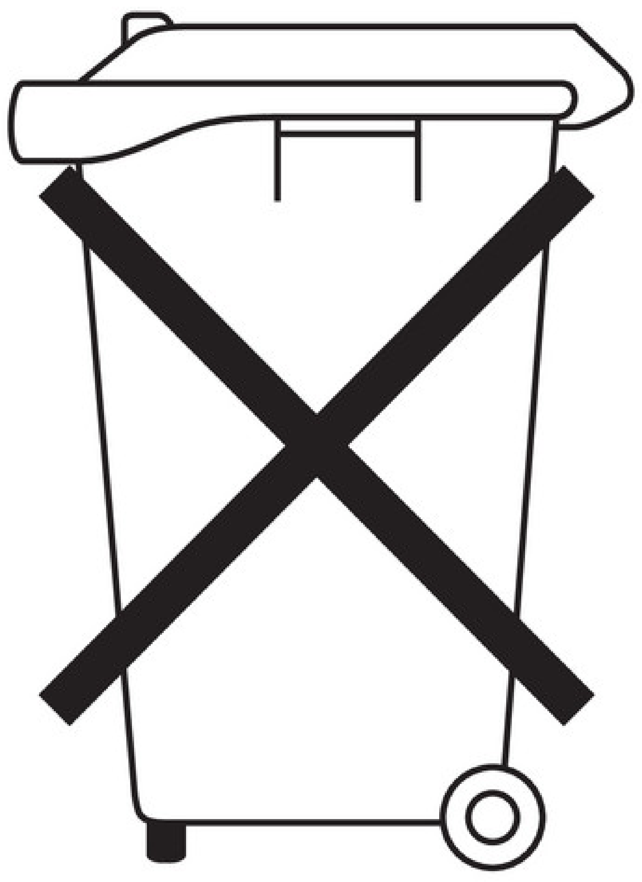
figuur 5 Ook schoonmaakmiddelen kunnen gevaarlijk zijn.

MILIEUBEWUST WERKEN

Veel stoffen die je thuis of op school gebruikt zijn schadelijk. Ze mogen niet in het milieu terechtkomen. Dat betekent dat je ze niet door de gootsteen spoelt, maar apart opbergt en inlevert.

Op school zal je leraar je vertellen wat je na een proef met deze stoffen moet doen. Sommige stoffen worden gezuiverd, zodat andere leerlingen ze opnieuw kunnen gebruiken (recycling). Andere stoffen worden behandeld als chemisch afval.

Sommige stoffen die je thuis gebruikt, horen bij het **klein chemisch afval** (kca). Deze stoffen worden apart van het overige afval opgehaald en verwerkt. Op de verpakkingen van deze stoffen is een speciaal symbool aangebracht (figuur 6).



figuur 6 Dit pictogram betekent: behandelen als klein chemisch afval.

EXTRA LOOD

Lood is al eeuwenlang een veelgebruikt metaal. Het wordt nog steeds toegepast in de woningbouw voor het afsluiten van naden. De aansluiting tussen een dak en een schoorsteen wordt bijvoorbeeld waterdicht gemaakt met behulp van een loodslab (figuur 7). Lood is heel geschikt voor het afdichten van naden, omdat het gemakkelijk te vervormen is en goed bestand is tegen vocht.



figuur 7 De aansluiting tussen schoorsteen en dak is afgedicht met een loodslab.

Het probleem met lood is dat het giftig is, vooral voor kleine kinderen. Als kinderen te veel lood binnen krijgen, ontwikkelen hun hersenen zich minder goed. Bij volwassenen kan lood problemen met de hart- en bloedvaten en met de nieren veroorzaken. Daarom moeten allerlei producten waar vroeger lood in zat, nu loodvrij zijn. Voorbeelden zijn benzine, hagel (in de schietsport), soldeertin en witte verf.

Tot in de jaren 1950 werd lood gebruikt voor waterleidingen. In 1960 werd dat verboden, omdat er zo lood in het drinkwater terecht kan komen. Maar de al aangelegde leidingen bleven gewoon liggen. Deskundigen schatten dat meer dan 100 000 woningen in Nederland nog (voor een deel) loden waterleidingen hebben. Het gevolg is dat het kraanwater soms meer lood bevat dan is toegestaan.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Vul in.

a Een stof die .... is, kan je ogen en je huid ernstig aantasten.

b Een stof die .... is, kan al door een klein vonkje in brand vliegen.

c Een stof die .... is, kan brandbare stoffen heviger laten branden.

d Een stof die .... is, kan je huid en je slijmvliezen sterk irriteren.

2 Beantwoord de volgende vragen.

a Wat voor informatie kun je opzoeken in een gifwijzer?

....

....

b Wat voor informatie wordt er gegeven in een H-zin?

....

....

c Wat voor informatie wordt er gegeven in een P-zin?

....

....

d Waarom kun je schoonmaakmiddelen beter niet mengen?

....

....

....

3 In een folder van de gemeentereiniging staat: kca apart inleveren bij de chemokar.

a Wat betekent de afkorting kca? ....

b Waarom moet je kca apart van het overige afval inleveren?

....

....

....

TOEPASSING

4

a Noteer twee ontvlambare stoffen die je in het huishouden gebruikt.

....

b Noteer twee irriterende stoffen die je in het huishouden gebruikt.

....

....

5 In figuur 8 zie je de verpakking van een gootsteenontstopper.

a Welke gevaren worden op het etiket genoemd?

....

b Leg uit wat ‘corrosief’ precies betekent.

....

....

c Op het etiket staan drie maatregelen waarmee je ongelukken kunt voorkomen.
Onderstreep die maatregelen met een stippellijn.

d Op het etiket staat ook wat je moet doen als er toch iets fout gaat.
Onderstreep die maatregelen met een gewone lijn.

FIXPRO

voor het ontstoppen van afvoerbuizen



NATRIUM HYDROXIDE WATERVRIJ

Veroorzaakt ernstige brandwonden. Buiten bereik van kinderen bewaren. Bij aanraking met de ogen direct met veel water afspoelen en deskundig medisch advies inwinnen.
Draag geschikte handschoenen. Een beschermingsmiddel voor de ogen/voor het gezicht dragen. Verontreinigde kleding onmiddellijk uittrekken.

GEBRUIKSAANWIJZING:
Eventueel water boven de verstopping zoveel mogelijk verwijderen.
Strooi 2 á 3 eetlepels **FIXPRO** in de afvoer, giet er voorzichtig kokend water op en met veel bruisen vedwijnt de verstopping. Is de afvoer weer open, herhaal deze behandeling en spoel als laatste met veel koud water na.
Verstopping voorkomen? Strooi regelmatig **FIXPRO** in elke afvoer.
FIXPRO lost op in water (natronloog) onder sterke warmteontwikkeling.
Niet in contact brengen met aluminium, zink, glas, zuren en chloorkoolwaterstoffen. (Het beste is **FIXPRO** nooit met andere chemicaliën tegelijk te gebruiken.)

figuur 8 Het etiket op een fles gootsteenontstopper.

Werken als TOA beroep



Johan (42) heeft na het behalen van zijn diploma vmbo-gt eerst een opleiding mbo-veiligheidskunde gedaan. Daarna heeft hij vijftien jaar gewerkt als veiligheidsfunctionaris in het bedrijfsleven. Johan werkt graag met jonge mensen. Zo trainde hij jarenlang een jeugdteam van de plaatselijke voetbalclub. Onlangs is Johan overgestapt naar het onderwijs. Hij werkt nu als technisch onderwijsassistent op een school, en heeft tegelijk een cursus gedaan voor dat werk. Inmiddels heeft hij een vaste aanstelling als TOA natuur- en scheikunde en hij voelt zich helemaal thuis in het onderwijs.

6 Zie de vaardigheid *Veilig werken met stoffen*.
Lees de tekst 'Werken als TOA'. Johan werkt op een school als TOA, oftewel technisch onderwijsassistent. Vandaag begeleidt hij een groepje leerlingen dat een onderzoek doet naar de werking van gootsteenontstopper. De ontstopper, die uit witte korreltjes bestaat, moet daarvoor worden opgelost in water.

a Johan lost voorzichtig enkele korreltjes op in water.
Leg uit waarom de leerlingen dat niet zelf mogen doen.

....

....

b De leerlingen gaan daarna aan het werk met een oplossing van de ontstopper.
Leg uit waarom ze van Johan met een sterk verdunde oplossing moeten werken.

....

....

....

c Noteer twee veiligheidsregels waaraan de leerlingen zich tijdens de proef moeten houden.

....

....

d Er komen toch een paar druppels van de oplossing op de hand van een leerling terecht.
Wat zal Johan de leerling in dat geval laten doen?

....

....

....

7 Op het etiket van een gevaarlijke stof vind je H-zinnen en P-zinnen. De H-zinnen omschrijven het gevaar, de P-zinnen noemen bijpassende voorzorgsmaatregelen. In figuur 9 staan vijf H-zinnen en zes P-zinnen.

a Vul in.

Bij H224 past P......................

Bij H240 past P......................

Bij H260 past P......................

Bij H301 passen P...................... en P......................

Bij H400 past P......................

b Teken het pictogram dat hoort bij H-zin 224.

c Teken het pictogram dat hoort bij H-zin 301.

H224	Zeer licht ontvlambare vloeistof en damp.
H240	Ontploffingsgevaar bij verwarming.
H260	In contact met water komen ontvlambare gassen vrij die spontaan kunnen ontbranden.
H301	Giftig bij inslikken.
H400	Zeer giftig voor in het water levende organismen.
P210	Verwijderd houden van warmte/vonken/ open vuur/hete oppervlakken. –Niet roken.
P223	Contact met water vermijden in verband met heftige reactie en een mogelijke wolkbrand.
P235	Koel bewaren.
P264	Na het werken met dit product handen grondig wassen.
P270	Niet eten, drinken of roken tijdens het gebruik van dit product.
P273	Voorkom lozing in het milieu.

figuur 9 H-zinnen en P-zinnen.

8 In 2014 bleek dat medewerkers van defensie jarenlang waren blootgesteld aan chroom-6, een kankerverwekkende stof in verf. Chroom-6 kan in het lichaam worden opgenomen via de luchtwegen, de poriën (microscopisch kleine openingen) in de huid en via de maag.

a Teken het gevarensymbool dat op de verpakking van verf met chroom-6 had moeten staan.

b Biedt een gasmasker met luchtfilter voldoende bescherming tegen chroom-6? Leg uit waarom wel of niet.

....

....

....

9 Kwik is een zwaar lichtgrijs metaal dat bij kamertemperatuur vloeibaar is. Vroeger werd het veel gebruikt, onder andere in thermometers en thermostaten. Tegenwoordig is het verboden om kwikhoudende producten te maken of te verkopen. Maar veel mensen hebben nog producten waar kwik in voorkomt, uit de tijd dat het verbod nog niet gold. Je ziet in figuur 10 een gedeelte van de veiligheidskaart van kwik.

a Welke tekst hoort op de plaats van de vraagtekens? ....

b Jesse heeft een koortsthermometer met kwik die hij niet meer gebruikt. Hoe kan het kwik in een thermometer in het milieu terechtkomen?

....

....

....

c Waarom mag Jesse deze thermometer niet in de vuilnisbak gooien?

....

....

....

....

d Wat moet je wel doen met een kwikthermometer die je niet meer nodig hebt?

<table>
<tr><th colspan="2">KWIK</th></tr>
<tr><td>Wijze van opname:
Kwikdamp kan worden ingeademd en door de huid worden opgenomen.

Inademings risico:
Bij kamertemperatuur verdampt kwik waardoor het bij inademing zeer schadelijk is voor de gezondheid.</td><td>VERPAKKING & ETIKETTERING
 
???? gevaarlijk voor waterrijk milieu</td></tr>
</table>

figuur 10 Een gedeelte van de veiligheidskaart van kwik.

EXTRA LOOD

10 Welke eigenschap van lood is de reden:

a dat lood veel wordt gebruikt voor het afdichten van kieren in muren en daken?

b dat lood zo populair was in de hengelsport om er vislijnen mee te verzwaren?

c dat lood al sinds 1960 niet meer mag worden gebruikt in drinkwaterleidingen?

d dat lood zo'n prettig metaal is om mee te gieten (denk aan het woord loodgieter)?

★ 11 Het krantenbericht in figuur 11 gaat over lood in drinkwater.

a Wanneer bevat drinkwater te veel lood volgens de norm die nu geldt?

b Voldoet het drinkwater in gebouwen met oude leidingen aan deze norm? Leg uit.

....

....

....

c Waarom wil de Gezondheidsraad dat er een nieuwe norm voor lood wordt vastgesteld?

....

....

....

....

d Lood is schadelijk, daar is iedereen het over eens. Waarom wordt de norm dan niet dat er helemaal geen lood in drinkwater mag zitten, dus 0 μg/L?

....

....

....

....

VERHOOGDE CONCENTRATIE LOOD IN DRINKWATER ZES UTRECHTSE SCHOLEN

In het drinkwater van zes basisscholen in Utrecht is een verhoogde concentratie lood gevonden. Dat heeft de gemeente Utrecht donderdag bekendgemaakt. In een van de scholen is de te grote hoeveelheid lood aangetroffen in de leidingen van het gebouw zelf. Voorlopig mag in de zes scholen geen water meer uit de kraan worden gedronken.



Een verhoogde loodconcentratie in het water kan met name kleine kinderen en zwangere vrouwen schaden. De norm voor de maximaal toegestane inname ligt nu nog op 10 μg/L, maar omdat lood schadelijker blijkt dan eerder werd gedacht, moet die grens volgens de Gezondheidsraad worden aangescherpt naar 5 μg/L. Loodgehalten in huizen en gebouwen met oude leidingen kunnen oplopen tot 35 μg/L.

bron: NRC

figuur 11 Lood in drinkwater.

Test je kennis met de *Test jezelf*.

4 Chemische reacties

LEERDOELEN

4.4.1 Je kunt een aantal chemische reacties herkennen die veel in het dagelijks leven voorkomen.
4.4.2 Je kunt toelichten dat bij een chemische reactie zowel stoffen verdwijnen als stoffen ontstaan.
4.4.3 Je kunt aan de hand van een reactieschema uitleggen wat er gebeurt bij een ontledingsreactie en bij een verbrandingsreactie.
4.4.4 Je kunt uitleggen wat er nodig is om een verbrandingsreactie op gang te brengen.
4.4.5 Je kunt beschrijven hoe corrosie verloopt bij ijzer en bij andere veelgebruikte metalen.
EXTRA 4.4.6 Je kunt de voordelen benoemen van het gebruik van waterstof als brandstof.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	4.4.1	4.4.2	4.4.3a	4.4.4	4.4.5	4.4.6
Onthouden	1d, 2abc, 5ad	1a, 2abc	1b	1c	3abc	12c
Begrijpen	4, 5c, 6		7ab	9b	10ab	12d
Toepassen	5be, 8ab	8ab		9d		11abc, 12b
Analyseren				9ce		12a

Rond oud en nieuw wordt er op sommige plaatsen aan melkbusschieten gedaan. Weet jij wat er explodeert in zo'n melkbus?

VOORBEELDEN VAN REACTIES

Op school en thuis kun je allerlei chemische reacties waarnemen. Soms zijn die reacties gewenst: je wilt dat er een chemische reactie optreedt. Dat is bijvoorbeeld het geval:

- als je beton na het storten laat uitharden;
- als je bakpoeder gebruikt om een cake te laten rijzen;
- als je een koffiezetapparaat ontkalkt met een scheut huishoudazijn.

Maar er zijn ook ongewenste chemische reacties, bijvoorbeeld:

- het roesten van een fiets die dag en nacht buiten staat (figuur 1);
- het aanbranden van een stokbrood dat te lang in de oven ligt;
- het ontstaan van chloor als je bleekwater en wc-reiniger mengt.



figuur 1 Roesten: een ongewenste chemische reactie.

REACTIESCHEMA'S

Bij elke **chemische reactie** verdwijnt minstens één stof, terwijl er tegelijk één of meerdere nieuwe stoffen ontstaan. Als je aardgas verbrandt, verdwijnen methaan (het belangrijkste bestanddeel van aardgas) en zuurstof. Daarvoor in de plaats ontstaan koolstofdioxide en waterdamp.

Je kunt een reactie weergeven in een **reactieschema**. In zo'n schema zet je achtereenvolgens:
- de stoffen die verdwijnen;
- een pijl;
- de stoffen die ontstaan.

Het reactieschema van de verbranding van aardgas (methaan) ziet er dan zo uit:

methaan + zuurstof ⟶ koolstofdioxide + water

Bij het melkbusschieten heb je te maken met twee reacties. Eerst leg je calciumcarbide (gewone naam: carbid) in een melkbus. Als je carbid natmaakt, ontstaat het gas ethyn (of acetyleen):

calciumcarbide + water ⟶ ethyn + calciumhydroxide

Calciumhydroxide doet verder niet meer mee in de reactie. Ethyn vormt met lucht een explosief mengsel. Als je het aansteekt, reageert het zeer snel:

ethyn + zuurstof ⟶ koolstofdioxide + water

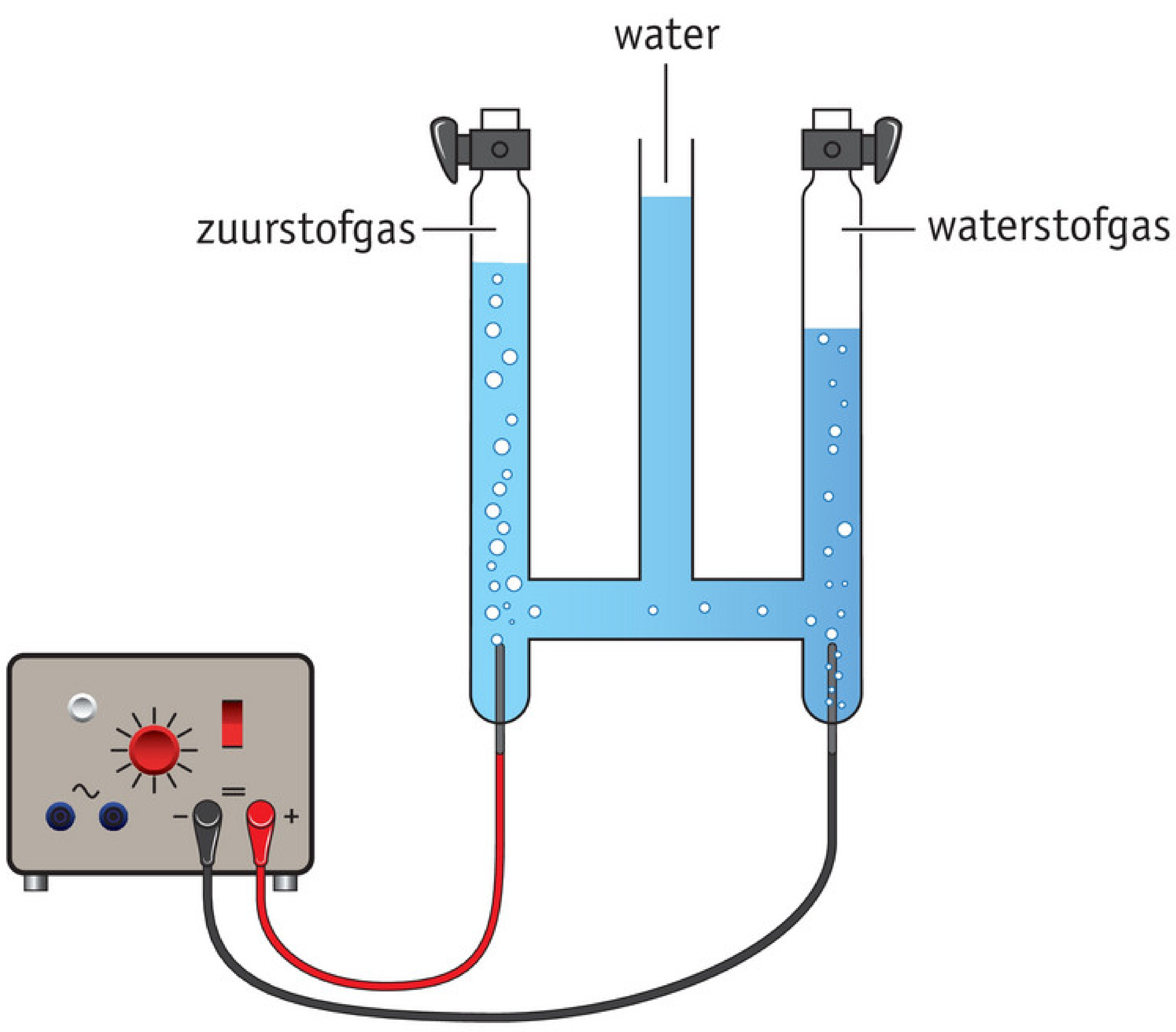
Bij deze reactie komt in korte tijd veel warmte vrij. Het resultaat is een explosie, waarbij het deksel van de melkbus meters ver wordt weggeschoten (figuur 2).



figuur 2 Carbidschieten kan ook met iets groters dan een melkbus.

ONTLEDEN

Als je een elektrische stroom door water laat lopen, ontleedt het water (figuur 3). Dat betekent dat het water langzaam verdwijnt. Daarvoor in de plaats ontstaan zuurstof en waterstof. Je ziet deze gassen als belletjes in het water omhooggaan.



figuur 3 Water ontleden met het toestel van Hofmann.

Het **ontleden** van water is een chemische reactie. Het reactieschema is:

water ⟶ waterstof + zuurstof

Let erop dat er maar één stof voor de pijl staat. Dat is zo bij elke **ontledingsreactie**.

CHEMISCHE REACTIES IN DE KEUKEN

PROEF 3+4

Veel stoffen ontleden onder invloed van warmte. Dat zie en ruik je bijvoorbeeld als je suiker verhit in een pannetje. Als de temperatuur is gestegen tot 200 à 220 °C, begint de suiker te reageren. Het resultaat is karamel: een bruine stof met een kenmerkende geur en smaak. Karamel wordt gebruikt als kleur- en smaakstof in allerlei gerechten en dranken.



figuur 4 Een leerling-kok maakt karamel voor crème brûlée, een Frans nagerecht.

Bij de bereiding van voedsel kom je allerlei ontledingsreacties tegen. De bruine kleur van broodkorst ontstaat bijvoorbeeld door de ontleding van zetmeel in het brooddeeg (gevolgd door andere reacties). Koffiebonen krijgen hun kenmerkende kleur, geur en smaak als ze worden gebrand. Ook daarbij spelen ontledingsreacties een belangrijke rol.



figuur 5 De korst dankt zijn bruine kleur aan de ontleding van zetmeel.

Chemische reacties dragen er ook aan bij dat voedsel gaar wordt. Als je een ei kookt, veranderen de stoffen in het ei. Het vloeibare en doorzichtige eiwit wordt vast en helder wit, en ook het vloeibare eigeel wordt hard. Als je een aardappel kookt, verandert hij van kleur en wordt zacht. Een rauwe aardappel is niet goed verteerbaar, terwijl een gare aardappel uitstekend is te eten.

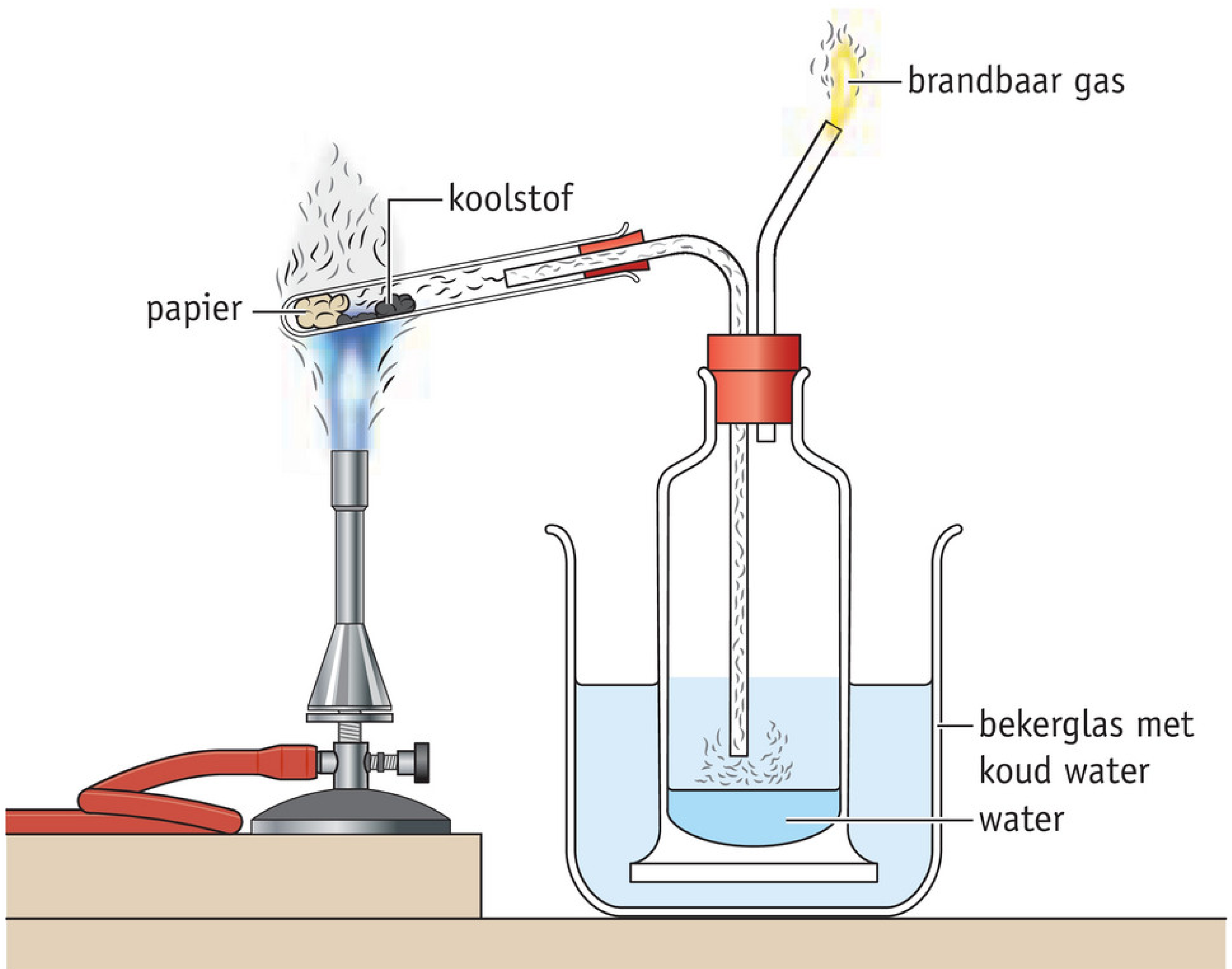
VERBRANDEN

Veel stoffen kunnen reageren met zuurstof uit de lucht. Als dat snel en met vlammen gebeurt, zeg je dat ze **verbranden**. Het reactieschema van een verbranding heeft de volgende vorm:

brandstof + zuurstof → verbrandingsproducten

Om een **verbrandingsreactie** op gang te brengen, zijn drie dingen nodig:
- een brandbare stof;
- voldoende zuurstof;
- een temperatuur die hoog genoeg is.

De temperatuur waarbij een stof begint te branden, is voor elke stof verschillend. Licht ontvlambare stoffen ontbranden al bij een lage temperatuur. Stoffen verbranden op verschillende manieren. Een gasvormige brandstof zoals aardgas kun je direct mengen met lucht en aansteken. Een vloeibare brandstof zoals benzine moet je eerst laten verdampen. De damp kun je aansteken, de vloeistof zelf niet. Een vaste brandstof zoals hout of papier moet je eerst verhitten, zodat de stof gaat ontleden. De gassen die daarbij ontstaan, kun je in brand steken (figuur 6).



figuur 6 Bij de ontleding van papier komt een brandbaar gas vrij.

CORROSIE

Veel metalen worden aangetast door stoffen in de lucht. Die aantasting heet **corrosie**. IJzer reageert bijvoorbeeld met zuurstof en water uit de lucht. De roodbruine stof die bij deze reactie ontstaat, noem je **roest**. Roest vormt een korstje op een ijzeroppervlak. Dat korstje is poreus en laat lucht en water gewoon door. Daardoor wordt het ijzer onder de roest ook aangetast. IJzer roest dan ook na verloop van tijd helemaal door.

Op veel metalen vormt zich een corrosielaagje dat niet poreus is. Zo'n corrosielaagje beschermt het onderliggende metaal tegen verdere aantasting. Dat zie je bijvoorbeeld bij aluminium, chroom, lood, zink en nikkel (figuur 7). Er zijn ook metalen die niet gevoelig zijn voor corrosie. Goud en zilver zijn de bekendste voorbeelden. Ze worden ook wel edelmetalen genoemd.



figuur 7 Aluminium wordt beschermd door een dun, maar ondoordringbaar laagje corrosie.

EXTRA WATERSTOF

Het gas waterstof, dat bij de ontleding van water ontstaat, is heel brandbaar. Als je het aansteekt, reageert het met zuurstof in de lucht:

waterstof + zuurstof → water

Bij deze reactie ontstaan geen schadelijke verbrandingsproducten, alleen onschadelijke waterdamp. Dat is de reden dat waterstof vaak wordt genoemd als dé schone brandstof van de toekomst. Waterstof kan duurzaam worden geproduceerd met elektrische energie uit zonnecellen of windturbines. Als al het wegverkeer op waterstof zou overstappen, zou de milieuvervuiling sterk afnemen. Daarom wordt er veel onderzoek gedaan naar manieren om waterstof te produceren, op te slaan en te vervoeren. Er zijn al auto's, vrachtwagens en bussen die op waterstof rijden (figuur 8).



figuur 8 Deze bus rijdt op waterstof (*hydrogen* is het Engelse woord voor waterstof).

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Vul in.

a Bij elke chemische .... verdwijnt er minstens één stof. Er

.... ook minstens één stof.

b Als een stof snel en met vlammen reageert met .... uit de lucht, zeg je dat die stof verbrandt.

c Welke drie dingen zijn nodig om een verbrandingsreactie op gang te brengen?

....

....

....

d Veel metalen worden aangetast door stoffen in de lucht, zoals ....

en water. Dat noem je ....

2 Geef de reacties.

- Noteer voor de pijl de stoffen die verdwijnen.
- Noteer na de pijl de stoffen die ontstaan.

a verbranden van aardgas:

.... → ....

b maken van ethyn uit carbid:

.... → ....

c ontleden van water:

.... → ....

3 Het ene metaal is veel gevoeliger voor corrosie dan het andere.
Noteer een metaal:

a dat helemaal door corrosie kan worden ‘weggevreten’.

....

b waarop vanzelf een beschermend corrosielaagje ontstaat.

....

c dat helemaal niet gevoelig is voor corrosie.

....

TOEPASSING

4 Bekijk de acht processen uit het dagelijks leven.
Geef bij elk proces aan of het gaat om een faseovergang of om een reactie.

Eiwit en eigeel stollen als je een eitje bakt in een koekenpan. *faseovergang / reactie*
Chocola wordt vloeibaar bij verwarmen in een waterbad. *faseovergang / reactie*
Brillenglazen beslaan als je in de winter een warme kamer binnenkomt. *faseovergang / reactie*
Brood wordt bruin als je een tosti klaarmaakt met een tosti-ijzer. *faseovergang / reactie*
Balpeninkt verbleekt als je een vel beschreven papier in de felle zon laat liggen. *faseovergang / reactie*
Melk die te lang buiten de koelkast blijft staan wordt zuur. *faseovergang / reactie*
Wasgoed droogt als je het bij mooi weer aan een waslijn hangt. *faseovergang / reactie*
Een appel wordt bruin als je hem doorsnijdt en daarna laat liggen. *faseovergang / reactie*

5 Sommige soorten lijm bestaan uit twee stoffen die je voor gebruik moet mengen. De lijm hardt daarna uit doordat de twee componenten met elkaar reageren. In figuur 9 zie je een gebruiksaanwijzing bij zo'n soort lijm.

a Hoe worden de twee componenten in de gebruiksaanwijzing genoemd?

....

b In welke verhouding moet je de twee componenten mengen?

Je hebt .... delen hars nodig op .... deel harder;

dus hars : harder = ... : ....

c Stel dat iemand niet meer kan lezen wat er op de tubes staat.
Hoe kan hij dan toch zien welke component in welke tube zit?

....

....

d Hoelang kun je de lijm na het mengen nog gebruiken? .... minuten

e Hoe komt het dat je de lijm daarna niet meer kunt gebruiken?
Gebruik het woord 'reactie' in je uitleg.

....

....

....

....

....

KOMBI POWER
UNIVERSELE POLYURETAANLIJM VOOR DE MOEILIJKSTE VERBINDINGEN

BISON



PRODUCT OMSCHRIJVING
Universele2-componenten polyurethaanlijm, voor de moeilijkste verbindingen.

Mengverhouding: 1 vol. deel verharder op 4 vol. delen hars
Verbruik: 0.15 m² - 0.30 m² / 65 ml, afhankelijk van de ondergrond en of de te lijmen materialen geheel of dotsgewijs worden ingesmeerd.
Gebruiksaanwijzing:
De lijm bestaat uit 2 componenten: Hars en Harder. Druk uit beide tubes voorzichtig 2 even lange strepen product. Op deze manier krijgt u precies de juiste mengverhouding Hars en Harder (4 vol. delen Hars op 1 vol. deel Harder). Beide componenten met bijgeleverd spateltje goed mengen tot een massa met een homogene kleur is ontstaan. Het lijmmengsel blijft, afhankelijk van de temperatuur en de aangemaakte hoeveelheid, ongeveer 15 minuten verwerkbaar. Het lijmmengsel éénzijdig op de ondergrond of het te lijmen materiaal aanbrengen, de delen samenvoegen en goed op hun plaats houden (bij voorkeur klemmen of ondersteunen). Overtollige lijm direct met een doek verwijderen.
Potlife: 15 minuten
Vlekken/resten: Natte lijmresten direct verwijderen met Bison ontvetter of aceton. Opgedroogde lijmresten zijn alleen mechanisch te verwijderen.

DROOGTIJDEN*
Handvasttijd: ca. 1 uur
Eindsterkte: maximale eindsterkte wordt bereikt na ca. 48 uur

***Droogtijden kunnen variëren afhankelijk van o.a. ondergrond, opgebrachte hoeveelheid product, vochtgehalte en omgeveingstemperatuur**

figuur 9 De gebruiksaanwijzing van een tweecomponentenlijm.

6 Bekijk de zes reactieschema's en de zes zinnen A tot en met F.
Noteer achter elke zin welk reactieschema erbij hoort.

1 cement + water → cementsteen
2 methaan + zuurstof → koolstofdioxide + water
3 ijzer + zuurstof + water → roest
4 stearine + zuurstof → koolstofdioxide + water
5 katoen → koolstof + water + brandbaar gas
6 water → waterstof en zuurstof

A De kaarsen zijn bijna voor de helft opgebrand. reactieschema ....
B Tijdens het opladen is er in de accu knalgas ontstaan. reactieschema ....
C Het gestorte beton is na een maand helemaal uitgehard. reactieschema ....
D De centrale verwarming staat al aan vanaf acht uur 's ochtends. reactieschema ....
E De schroeven in onze schutting zijn bijna helemaal doorgeroest. reactieschema ....
F Het strijkijzer heeft een flinke schroeiplek op mijn shirt gemaakt. reactieschema ....

7 In opdracht 6 staan zes reactieschema's.
Welke reactieschema's:

a geven een ontledingsreactie weer? *1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6*
b geven een verbrandingsreactie weer? *1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6*

8 In planten vindt fotosynthese plaats. De bladgroenkorrels van planten produceren glucose en zuurstof. De grondstoffen die ze hiervoor gebruiken, zijn koolstofdioxide en water.

a Geef de fotosynthese weer in een reactieschema.

....

b Mensen en dieren kunnen glucose in hun lichaam ‘verbranden’. Deze verbranding gebeurt zonder vlammen. Bij de verbranding ontstaan koolstofdioxide en water.
Geef de verbranding van glucose weer in een reactieschema.

....

Werken als brandweervrouw — beroep



Rasha (29) werkt bij de brandweer als brandweervrouw en verkenner gevaarlijke stoffen. Bij grote branden is het haar taak om te meten welke gevaarlijke stoffen er vrijkomen en in welke concentraties. Ze heeft hiervoor een speciale opleiding gevolgd, na de gewone opleiding tot brandweervrouw. Eigenlijk is ze toevallig bij de brandweer terechtgekomen. “Ik heb hiervoor verschillende baantjes gehad. Toen ik een advertentie van de brandweer zag, heb ik in een opwelling gesolliciteerd. Maar het beviel me meteen. Alles wat je doet, is concreet en praktisch. Heerlijk.”

9 Lees de tekst ‘Werken als brandweervrouw’. Rasha werkt bij de brandweer. Ze geeft regelmatig voorlichting over het voorkomen van brand in huis. Ze vertelt dan onder andere wat je moet doen als de vlam in je frituurpan slaat.

a Als je frituurvet verhit, begint het hete vet op een gegeven moment te verdampen.
Waar merk je dat heel duidelijk aan?

....

b Als het frituurvet daarna te heet wordt, kan de vlam in de pan slaan (figuur 10).
Wat begint er dan hevig te branden?

○ A het verdampte frituurvet
○ B het vloeibare frituurvet

c Rasha vat haar boodschap zo samen:

Vlam in de pan?

1 Draai het gas uit.
2 Leg een deksel op de pan.

Leg uit waarom je het gas moet uitdraaien.

....

....

d Leg uit waarom je een deksel op de pan moet leggen.

....

....

....

e Rasha waarschuwt ervoor dat je nooit moet proberen het vuur met water te blussen.
Leg uit waarom dat zo gevaarlijk is.

....

....

....

....

....



figuur 10 Vlam in de pan.

10 Frisdrankblikjes worden zowel van staal (een legering van ijzer en koolstof) als van aluminium gemaakt.

a Leg uit waarom op blikstaal een dun laagje tin wordt aangebracht.

....

....

....

b Leg uit waarom aluminium niet van zo'n laagje wordt voorzien.

....

....

....

EXTRA WATERSTOF

11 Een experimentele auto rijdt op waterstofgas. Het gas is onder een druk van 200 bar (ongeveer 200 keer de gewone luchtdruk) opgeslagen in de brandstoftank.

a Leg uit waarom het waterstofgas onder zo'n hoge druk wordt opgeslagen.

....

....

b De tank in de waterstofauto is veel sterker dan een gewone benzinetank. Waarom is dat nodig?

....

....

....

c De auto kan maar 60 km rijden op één tank waterstofgas. Je zou hem een grotere actieradius kunnen geven door de tank groter te maken. Welk nadeel heeft deze oplossing?

....

....

....

....

12 In figuur 11 zie je een lancering van de Europese Ariane 5-raket. De hoofdmotor van deze raket werkt op vloeibare waterstof en vloeibare zuurstof. Tijdens de lancering worden deze stoffen uit grote tanks naar de hoofdmotor gepompt. Daar verdampen ze, om vervolgens met elkaar te mengen en te reageren.

a Waarom worden waterstof en zuurstof opgeslagen als vloeistoffen en niet als gassen?

....

....

....

b Waarom zijn de brandstoftanks van de raket voorzien van een dikke laag isolatiemateriaal?
Tip: zoek de eigenschappen van waterstof en zuurstof op in je *BINAS*. Ze staan in tabel 17 *Gegevens van enkele gassen en dampen*.

....

....

....

c Welke reactie vindt plaats in de hoofdmotor? Noteer het reactieschema.

....

d Uit de hoofdmotor stroomt een gloeiend heet gas met een snelheid van duizenden km/h.
Om wat voor gas gaat het? Noteer de naam van de stof.

....



figuur 11 Een Ariane 5-raket tijdens de lancering.

Test je kennis met de *Test jezelf*.

Practica

PROEF 1 ZOUT SCHEIDEN VAN ZAND

15 minuten

Vraag je leraar naar het veiligheidsvoorschrift *Veilig werken met de brander.*

Inleiding

Sommige stoffen lossen wel op in water, andere niet. Daarvan kun je gebruikmaken om twee stoffen van elkaar te scheiden.

Doel

In deze proef pas je drie scheidingsmethoden toe om zout te scheiden van zand.

Nodig

- ☐ mengsel van zout en zand
- ☐ spatel
- ☐ 2 reageerbuizen
- ☐ spuitfles met gedestilleerd water
- ☐ stop
- ☐ trechter
- ☐ filtreerpapier
- ☐ porseleinen schaaltje
- ☐ brander
- ☐ driepoot
- ☐ gaasje
- ☐ lucifers

Uitvoeren en uitwerken

Extraheren

- Doe twee spatelpunten van het zout-zandmengsel in een reageerbuis.
- Voeg 4 cm gedestilleerd water toe.
- Doe de stop op de reageerbuis en schud goed.

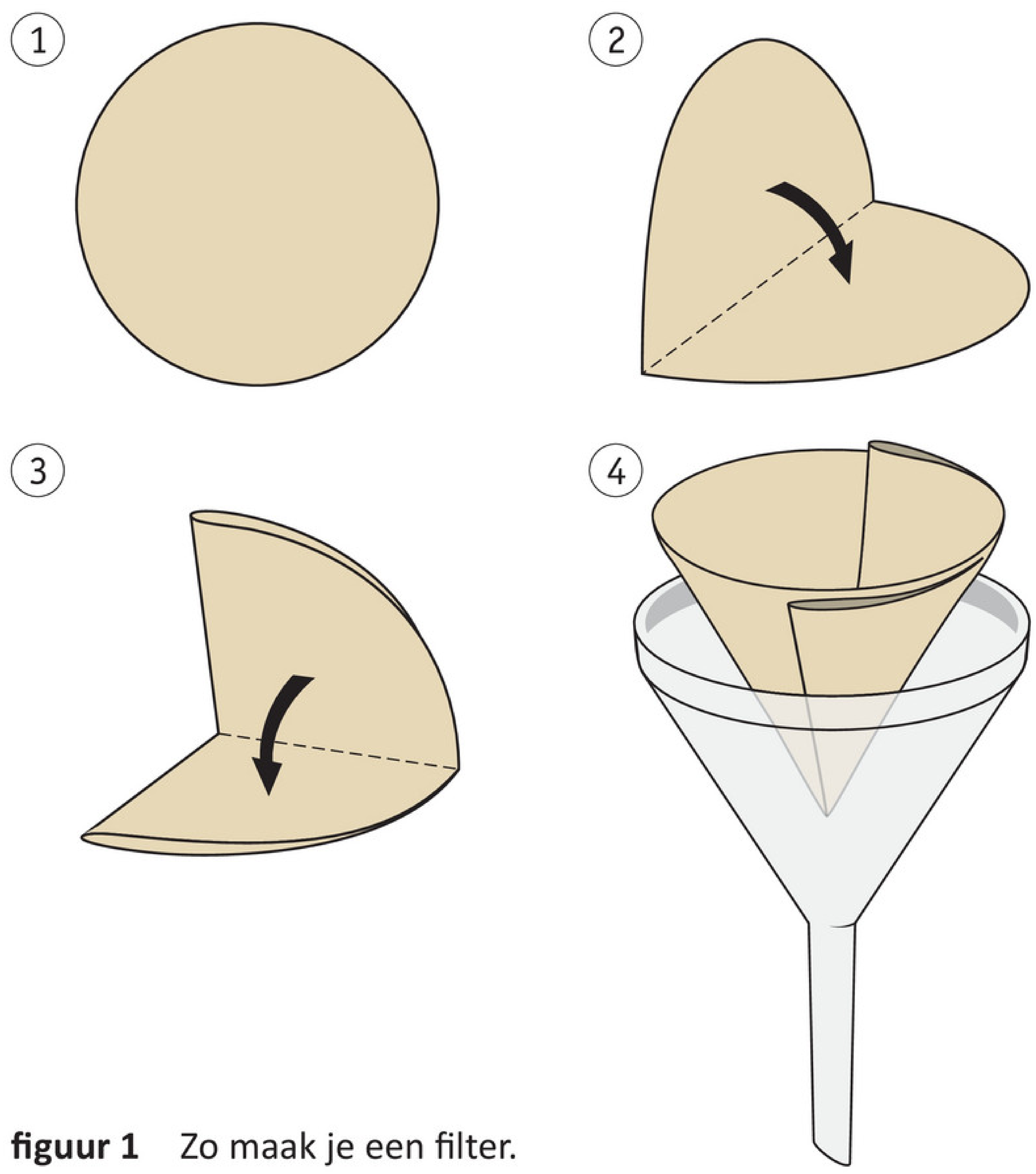
1 Vul in.

Het .... lost wel op in water.

Het .... lost niet op in water.

Filtreren

- Zet de trechter op de tweede reageerbuis.
- Vouw een 'filterzakje' van filtreerpapier (figuur 1).
- Zet het filterzakje in de trechter. Maak het papier een beetje nat, zodat het aan de trechter plakt.
- Giet de inhoud van de eerste reageerbuis in de trechter.



figuur 1 Zo maak je een filter.

2 Welke stof blijft in het filter achter?

....

3 Welke stoffen gaan door het filter heen?

....

Indampen

- Giet een beetje van het filtraat (de vloeistof die nu in de tweede reageerbuis zit) in het porseleinen schaaltje.
- Leg het gaasje op de driepoot.
- Zet het schaaltje op het gaasje.
- Steek de brander aan.
- Verwarm het schaaltje voorzichtig met een kleine, blauwe vlam.
- Ga hiermee door tot het water is verdampt.

4 Welke stof blijft in het schaaltje achter?

....

PROEF 2 HET STOLPUNT VAN EEN STOF BEPALEN

30 minuten

Vraag je leraar naar het veiligheidsvoorschrift *Veilig werken met de brander.*

Inleiding

Als je een vloeistof afkoelt, begint hij op een gegeven moment te stollen. De temperatuur waarop dat gebeurt, wordt het stolpunt genoemd. Zolang de vloeistof stolt, verandert de temperatuur niet. Uit proeven blijkt dat het stolpunt (van een stof) gelijk is aan het smeltpunt (van dezelfde stof).

Doel

Bij deze proef bepaal je het stolpunt van een stof. Het doel is erachter te komen om welke stof het gaat.

Nodig

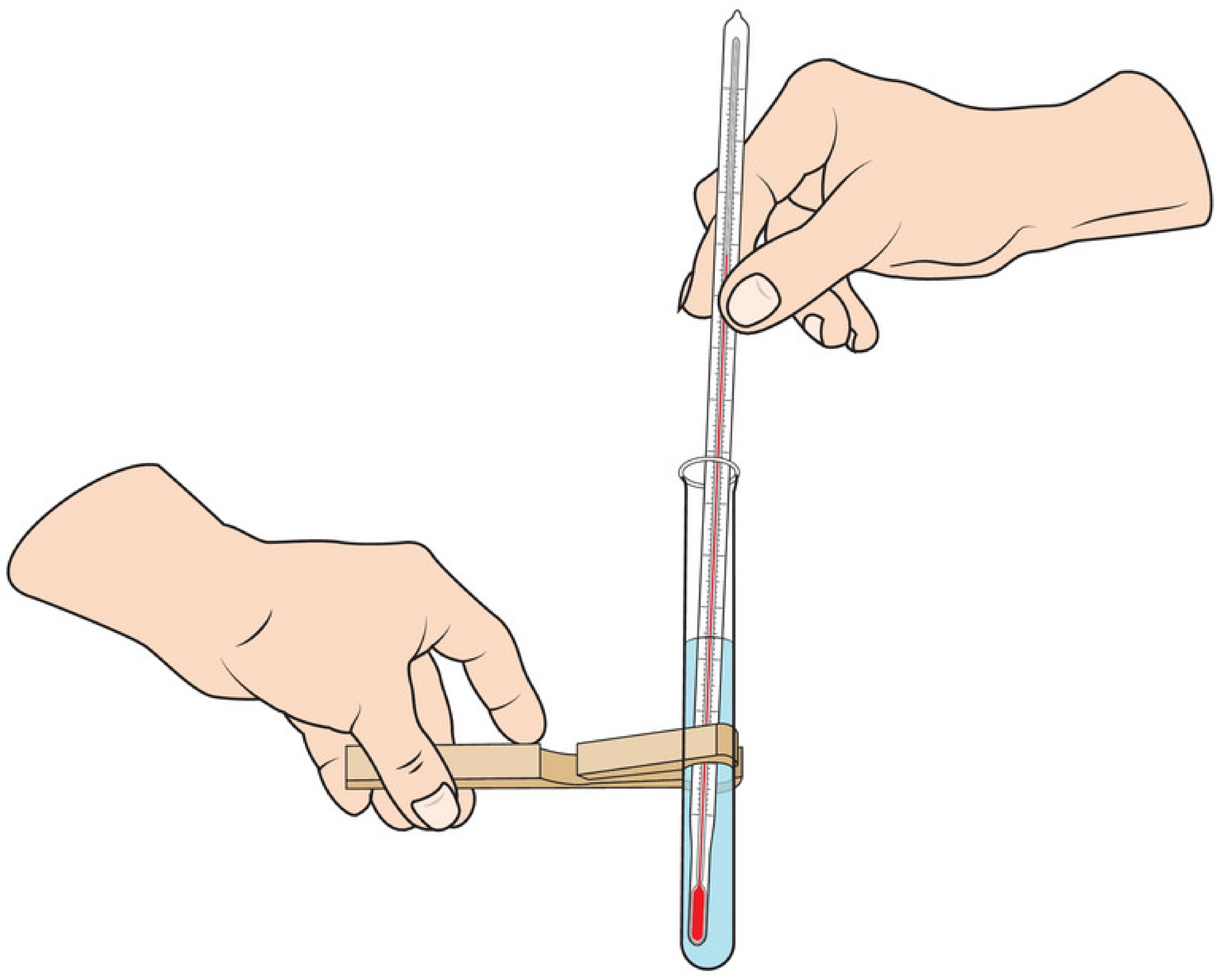
- ☐ gasbrander
- ☐ driepoot
- ☐ gaasje
- ☐ lucifers
- ☐ reageerbuis met een onbekende stof
- ☐ bekerglas
- ☐ houten reageerbuishouder
- ☐ thermometer
- ☐ horloge

Uitvoeren en uitwerken

Deze proef doe je met twee personen.

- Van je leraar krijg je een reageerbuis met een onbekende stof.
- Doe het bekerglas halfvol met water en zet de reageerbuis erin.
- Verwarm het water tot de onbekende stof helemaal gesmolten is.

- Gebruik de reageerbuishouder om de reageerbuis uit het bekerglas te halen.
- Doe de thermometer in de reageerbuis (figuur 2).
- Begin meteen met het meten van de temperatuur.



figuur 2 Zo meet je de temperatuur.

1 Lees om de dertig seconden de temperatuur af.
Noteer de temperatuur steeds in tabel 1.

tabel 1 De meetresultaten van proef 2.

tijd (min)	temperatuur (°C)	tijd (min)	temperatuur (°C)
0		8,0	
0,5		8,5	
1,0		9,0	
1,5		9,5	
2,0		10,0	
2,5		10,5	
3,0		11,0	
3,5		11,5	
4,0		12,0	
4,5		12,5	
5,0		13,0	
5,5		13,5	
6,0		14,0	
6,5		14,5	
7,0		15,0	
7,5			

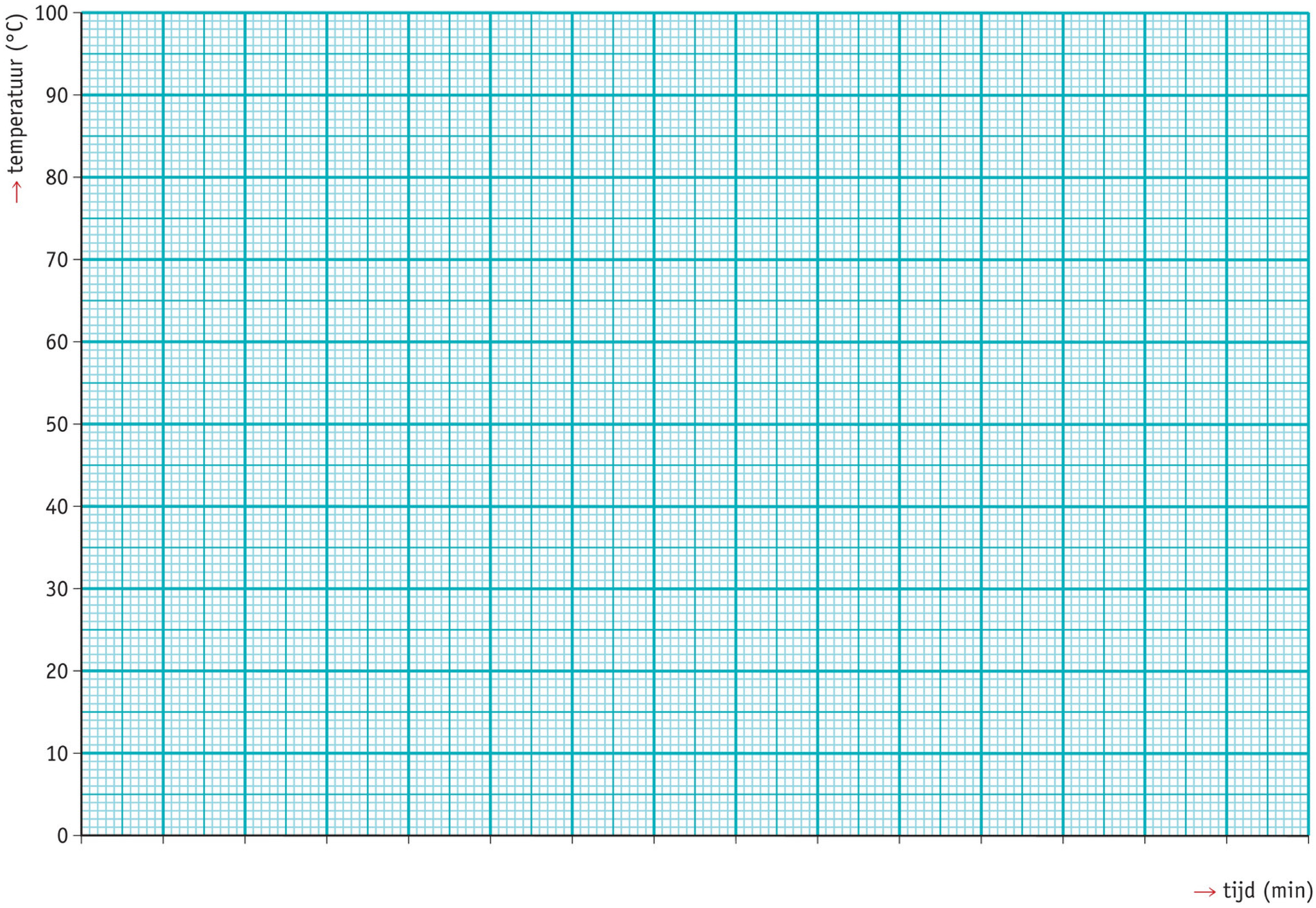
2 Op welk tijdstip begint de stof te stollen? Wat is dan de temperatuur?

....

....

- Ga, nadat de stof helemaal gestold is, minstens drie minuten door met het meten van de temperatuur.

3 Teken in figuur 3 het temperatuur-tijddiagram van deze proef.



figuur 3 Het temperatuur-tijddiagram van proef 2.

4 Tussen welke twee tijdstippen was de onbekende stof aan het stollen?

....

5 Hoe hoog is het stolpunt van de onbekende stof?

....

- Je leraar geeft je gegevens over enkele stoffen.

6 Met welke stof heb je bij deze proef gewerkt? Waaraan zie je dat?

....

....

- Je leraar zal je vertellen of je een verslag van deze proef moet maken.

PROEF 3 REACTIES UIT HET DAGELIJKS LEVEN

30 minuten

Vraag je leraar naar het veiligheidsvoorschrift *Veilig werken met de brander.*

Inleiding
In de wereld om je heen – en ook in je eigen lichaam – vinden overal reacties plaats. Sommige reacties verlopen heel langzaam (zoals het roesten van je fiets), andere heel snel (zoals het ontploffen van een stuk vuurwerk). Zo ontstaan er voortdurend nieuwe stoffen, terwijl de oude stoffen verdwijnen.

Doel
In deze proef maak je kennis met een aantal reacties uit het dagelijks leven.

Nodig
Voor proef A
- ☐ suiker
- ☐ theelepel
- ☐ aluminium bakje
- ☐ brander
- ☐ driepoot
- ☐ gaasje
- ☐ tang

Voor proef B
- ☐ spiritus
- ☐ maatcilinder (10 mL)
- ☐ 2 gelijke indampschaaltjes
- ☐ 2 stopwatches
- ☐ driepoot
- ☐ gaasje

Voor proef C
- ☐ 20 maiskorrels
- ☐ olijfolie of slaolie
- ☐ aluminium bakje
- ☐ liniaal
- ☐ brander
- ☐ driepoot
- ☐ gaasje
- ☐ tang

Voor proef D
- ☐ azijn
- ☐ bakpoeder
- ☐ bekerglas
- ☐ spatel
- ☐ plastic potje met klemdeksel
- ☐ statief met multiklem
- ☐ stopwatch

Uitvoeren en uitwerken
Je leraar vertelt je welke van de vier proeven (A, B, C of D) jij gaat doen.

Proef A: Suiker ontleden
- Zet het aluminium bakje op de driepoot met het gaasje.
- Doe één theelepel suiker in het bakje. Verdeel de suiker over de bodem.
- Steek de brander aan. Stel hem in op een kleine, kleurloze vlam.
- Zet de brander onder het bakje op de driepoot.
- Wacht tot je een donkerbruine kleur ziet verschijnen. Haal de brander dan meteen onder het bakje vandaan en zet hem uit. Laat het bakje op de driepoot staan; het is heet!

1 Noteer alles wat je hebt waargenomen (wat je hebt gezien en geroken).

....

....

....

....

....

2 Verandert de inhoud van het bakje weer in suiker als je het laat afkoelen?

....

....

....

....

....

- Gebruik de tang om het schaaltje met inhoud in de afvalbak te gooien.

Proef B: Spiritus verbranden

- Zet de schaaltjes op de driepoot met het gaasje.
- Doe in elk schaaltje precies 5 mL spiritus.
- Steek de spiritus in beide schaaltjes aan. Start de twee stopwatches tegelijkertijd.
- Blaas voorzichtig in de vlam van schaaltje 1 (niet uitblazen!). Laat de spiritus in schaaltje 2 rustig branden.
- Als de spiritus in een schaaltje is opgebrand, stop dan de bijbehorende stopwatch.

3 Vul in.

a De tijd die de 5 mL spiritus in schaaltje 1 nodig had om te verbranden is .... s.

b De tijd die de 5 mL spiritus in schaaltje 2 nodig had om te verbranden is .... s.

4 Hoe komt het dat de spiritus in het ene schaaltje sneller opbrandt dan de spiritus in het andere schaaltje? Gebruik het woord ‘zuurstof’ in je uitleg.

....

....

....

....

- Wacht 1 minuut en doe daarna voorzichtig koud water in de schaaltjes.
- Giet de schaaltjes na nog 2 minuten wachten leeg in de gootsteen.
- Spoel de bakjes voorzichtig schoon met koud water. Maak ze schoon met een stukje papier.

Proef C: Mais verwarmen

5 Meet hoe lang een maiskorrel is. .... cm

- Doe een klein scheutje olie in het aluminium bakje.
- Leg de korrels mais in het bakje.
- Zet het bakje op het gaasje van de driepoot.
- Steek de brander aan. Stel hem in op een kleine, kleurloze vlam.
- Zet de brander onder het bakje op de driepoot.
- Als er niets meer verandert, zet je de brander uit.

6 Meet hoe lang een maiskorrel nu is. .... cm

7 De lengte van een maiskorrel is $\frac{\dots\dots}{\dots\dots}$ = ... × zo groot geworden.

- Gebruik de tang om het schaaltje in de afvalbak te gooien.

Proef D: Bakpoeder

Bakpoeder (natriumbicarbonaat) wordt gebruikt om brood en gebak luchtig te laten worden.

- Doe 20 mL azijn in het bekerglas.
- Doe er één spatelpunt bakpoeder bij.

8 Beschrijf wat je ziet gebeuren.

....

....

....

....

- Doe nu een laagje van 1 cm azijn in het plastic potje.

9 Wat denk je: wat gebeurt er als je bakpoeder aan de azijn toevoegt en daarna het deksel op het potje drukt?

....

....

....

....

- Klem het potje vast met de multiklem om de bodem van het potje. Pas op dat je het potje niet vervormt.
- Doe een spatelpunt bakpoeder bij de azijn. Druk het deksel stevig op het potje.
- Zet de stopwatch aan.

10 Na hoeveel seconden gebeurt er iets? .... s

11 Wat gebeurt er?

....

....

....

....

12 Verklaar wat je hebt gezien. Gebruik de woorden ‘gas’ en ‘druk’ in je uitleg.

....

....

....

....

....

- Spoel het bekerglas en het potje om in de gootsteen.
- Maak het bekerglas en het potje droog met een stukje papier.

PROEF 4 ONDERZOEK: TWEE SOORTEN AZIJN

30 minuten

Inleiding

Natuurazijn en schoonmaakazijn bevatten allebei azijnzuur. In een boek staat dat de ene soort azijn 2,5 keer zoveel azijnzuur bevat als de andere. Of dat waar is, kun je nagaan door de azijn met kalksteen of magnesium te laten reageren.

Doel

Probeer dat eens uit. De onderzoeksvragen zijn:

1 *Welk soort azijn heeft de hoogste concentratie azijnzuur?*
2 *Is de ene concentratie inderdaad 2,5× zo groot als de andere?*

Uitvoeren en uitwerken

- Maak een werkplan.
- Bespreek jouw werkplan met je docent.
- Voer het onderzoek uit.

1 Presenteer de uitkomsten in je onderzoeksverslag.

Leerstofoverzicht

4.1 STOFEIGENSCHAPPEN

ONTHOUD

- Je kunt stoffen verdelen in zuivere stoffen en mengsels. Een zuivere stof bevat één soort moleculen. Een mengsel bevat minstens twee verschillende soorten moleculen.
- Mengsels kun je zuiveren door scheidingsmethoden te gebruiken. Voorbeelden van scheidingsmethoden zijn filtreren en indampen. Bij het scheiden van stoffen sorteer je moleculen: de ene soort moleculen hier, de andere soort moleculen daar.
- De eigenschappen van een stof kun je alleen vaststellen door de zuivere stof te bekijken en te onderzoeken. Alleen dan weet je zeker of de onderzochte eigenschappen echt bij die ene stof horen.
- Enkele stofeigenschappen zijn geur, kleur, oplosbaarheid, elektrische geleiding en dichtheid.

BEGRIPPEN

dichtheid
Massa van een bepaalde hoeveelheid van een stof.

elektriciteit geleiden
Elektrische stroom gemakkelijk doorlaten.

filtreren
Scheidingsmethode waarbij je een filter gebruikt om een vloeistof en een vaste stof te scheiden.

indampen
Scheidingsmethode waarbij je een opgeloste stof scheidt van het oplosmiddel door het oplosmiddel te laten verdampen.

mengsel
Stof waarin moleculen van verschillende stoffen (dus verschillende soorten moleculen) aanwezig zijn.

oplosbaarheid (in water)
Eigenschap die aangeeft of je een stof goed, matig of niet kunt oplossen in water.

zuiveren
Stoffen die je niet wilt hebben, scheiden van een stof die je nodig hebt, zodat de laatste stof in zuivere vorm overblijft.

zuivere stof
Stof waarin alleen moleculen van één stof (dus één soort moleculen) aanwezig zijn.

4.2 SMELTPUNT EN KOOKPUNT

ONTHOUD

- De fase is een van de eigenschappen waar je een stof aan kunt herkennen. Er zijn drie fasen: gasvormig, vloeibaar en vast.
- De gasvormige fase duid je bij sommige stoffen aan als ‘gas’ en bij andere als ‘damp’. Damp gebruik je voor stoffen die onder gewone omstandigheden ook vloeibaar kunnen zijn. Gas gebruik je voor stoffen die onder normale omstandigheden alleen als gas voorkomen.
- Als je een vaste stof verwarmt, zal hij op een gegeven moment gaan smelten. De temperatuur waarbij dat gebeurt, noem je het smeltpunt. De temperatuur verandert niet meer als de stof aan het smelten is. De toegevoerde warmte wordt dan gebruikt om de stof te laten smelten.
- Als je de vloeistof na het smelten weer afkoelt, begint hij op een gegeven moment te stollen. De temperatuur is dan even hoog als tijdens het smelten. Het smeltpunt is dus gelijk aan het stolpunt.
- Een stof kookt als er in de gehele vloeistof dampbellen ontstaan. De temperatuur waarop een stof kookt, noem je het kookpunt. Zolang de stof kookt, blijft de temperatuur constant.

BEGRIPPEN

fase
Vorm waarin een stof voorkomt: vast, vloeibaar of gasvormig.

kookpunt
Constante temperatuur waarbij een stof kookt.

smeltpunt
Constante temperatuur waarbij een stof smelt.

stolpunt
Constante temperatuur waarbij een stof stolt (vast wordt). Het stolpunt heeft dezelfde waarde als het smeltpunt.

vluchtig
(Van een stof:) snel verdampend.

4.3 VEILIG WERKEN MET STOFFEN

ONTHOUD

- Stoffen die gemakkelijk in brand kunnen vliegen, noem je ontvlambaar. Stoffen die je huid, ogen en/of mond, neus of keel kunnen irriteren en laten ontsteken, noem je irriterend.
- De gifwijzer is een boekje of een app, waarin je informatie vindt over giftige stoffen en planten.
- Op etiketten van gevaarlijke stoffen vind je de volgende gegevens:
  - de concentratie van de stof;
  - H- en P-zinnen;
  - pictogrammen.
- Op een veiligheidskaart staat uitgebreide informatie over een gevaarlijke stof.
- Als je met gevaarlijke stoffen werkt, kun je je beschermen door:
  - een veiligheidsbril op te zetten;
  - plastic handschoenen te dragen;
  - een labjas aan te trekken.
- Gevaarlijke stoffen horen bij het klein chemisch afval (kca) en niet bij het gewone afval.

BEGRIPPEN

concentratie
Omschrijving die duidelijk maakt hoeveel stof is opgelost per hoeveelheid oplosmiddel.

gevarensymbool
Andere naam voor een pictogram.

gifwijzer
Een boekje of een app met informatie over giftige stoffen en planten.

H-zin
Zin die aangeeft voor welk gevaar je moet oppassen als je die stof gebruikt.

irriterend
(Van een stof:) vermogen om je huid, ogen, mond, neus en keel te irriteren en te laten ontsteken.

klein chemisch afval
Huishoudelijk afval dat bestaat uit gevaarlijke stoffen en daarom apart van het overig afval wordt ingezameld en verwerkt.

ontvlambaar
(Van een stof:): de eigenschap om gemakkelijk in brand te kunnen vliegen.

P-zin
Zin die aangeeft welke voorzorgsmaatregelen je moet nemen als je die stof gebruikt.

pictogram
Symbool dat een gevaar weergeeft van een stof. Moet verplicht aangebracht worden op etiketten van verpakkingen met die stof.

veiligheidskaart
Kaart met (1) de eigenschappen en de gevaren van een stof; (2) de veiligheidsmaatregelen die je moet nemen als je met die stof werkt.

4.4 CHEMISCHE REACTIES

ONTHOUD

- Enkele voorbeelden van chemische reacties zijn:
  – het uitharden van beton;
  – het rijzen van beslag door bakpoeder;
  – ontkalken met huishoudazijn;
  – het roesten van ijzer;
  – het bruin worden van brood.
- Je kunt een chemische reactie weergeven in een reactieschema. Je zet in zo'n schema eerst de stoffen die verdwijnen, daarna een pijl en ten slotte de stoffen die ontstaan.
- Bij een ontledingsreactie verdwijnt er één stof en ontstaan er verschillende andere. Dat zie je bijvoorbeeld bij het ontleden van water: water → waterstof + zuurstof
- Een verbrandingsreactie is een reactie waarbij een stof reageert met zuurstof. Voor een verbrandingsreactie zijn drie dingen nodig: een brandbare stof, voldoende zuurstof en een temperatuur die hoog genoeg is.
- De meeste metalen worden aangetast door stoffen in de lucht. Dat noem je corrosie. IJzer kan helemaal doorroesten. Bij veel andere metalen, zoals aluminium, gaat de aantasting niet verder dan de buitenkant.

BEGRIPPEN

chemische reactie
Proces waarbij een of meer stoffen verdwijnen en tegelijkertijd een of meer andere stoffen ontstaan.

corrosie
Aantasting van een metaal door stoffen in de lucht.

ontleden
Reactie waarbij één stof verdwijnt en twee of meer andere stoffen ontstaan.

ontledingsreactie
Bij een ontledingsreactie wordt één stof afgebroken en ontstaan altijd twee of meer nieuwe stoffen. Voor de pijl in het reactieschema staat dus maar één stof.

reactieschema
Schema van een chemische reactie: eerst noteer je de stoffen die verdwijnen, dan een pijl en ten slotte de stoffen die ontstaan.

roest
Roodbruine stof die ontstaat als ijzer reageert met water en zuurstof.

verbranden
Reactie waarbij een stof snel reageert met zuurstof in de lucht, onder hitte-ontwikkeling en vlammen.

verbrandingsreactie
Bij een verbrandingsreactie reageert een (brand)stof met zuurstof, waarbij verbrandingsproducten ontstaan. Daar komt warmte en vaak licht/vuur bij vrij.

Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

Vaardigheden

WERKEN MET GEGEVENS

Bij het vak natuur- en scheikunde gaat het niet alleen om kennis (wat je weet), maar ook om vaardigheden (wat je kunt). Belangrijke vaardigheden zijn proeven doen, metingen uitvoeren, berekeningen maken, grafieken tekenen en verbanden herkennen. In dit onderdeel van de methode leer je daar meer over.



1 Een onderzoek doen

Door een onderzoek te doen kun je meer te weten komen over een verschijnsel uit de natuurkunde of scheikunde. Bij zo'n onderzoek ga je stap voor stap te werk.

Stap 1 **Bedenk een onderzoeksvraag.**
Een onderzoeksvraag is een vraag waarop jij graag een antwoord wilt krijgen.
Om dat antwoord te kunnen krijgen, moet je een onderzoek doen. Soms staat de onderzoeksvraag al in de opdracht vermeld. Dan kun je die gewoon overnemen. Soms mag je zelf een onderzoeksvraag bedenken. Dat is lastiger. Verzamel ideeën en kies de beste uit. Het is verstandig om een vraag te kiezen waarbij je zelf al een idee hebt hoe je aan het antwoord kunt komen. Stel de vraag zó dat iedereen de vraag kan begrijpen.

VOORBEELD
Petra heeft als onderzoeksvraag bedacht:
Hoe groot is het vermogen van de koplamp van mijn fiets?
Petra wil het lampje gebruiken dat in de koplamp van haar fiets zit. Ze weet hoe ze het vermogen van zo'n lampje kan bepalen.

Stap 2 **Maak een werkplan.**
In je werkplan moet je de volgende vragen beantwoorden:
- Welke materialen en apparatuur heb je nodig?
- Welke opstelling ga je bouwen (maak een tekening)?
- Welke grootheden ga je meten?
- Hoe ga je je meetresultaten verwerken:
  - Welke formules heb je nodig?
  - Maak je een tabel?
  - Maak je ook een grafiek?

In figuur 1 zie je Petra's werkplan.

Stap 3 **Voer metingen uit.**
Je bouwt je opstelling en voert de metingen uit. Schrijf al je metingen geordend op, bijvoorbeeld in een tabel. Zie de vaardigheden 2 *Meetinstrumenten aflezen* en 10 *Werken met tabellen en grafieken*.

Stap 4 **Verwerk de gegevens.**
Gebruik nu de formule(s) die je nodig hebt en maak daarmee de berekeningen om je antwoord te vinden. Soms kun je je meetresultaten in een grafiek weergeven. Zie de vaardigheden 10 *Werken met tabellen en grafieken* en 11 *Verbanden meten*.

Stap 5 **Trek conclusies.**
Als alles goed is gegaan, kun je nu conclusies trekken. Geef een antwoord op je onderzoeksvraag. Vraag je ook af of er in je metingen onnauwkeurigheden kunnen zitten, waardoor je misschien een verkeerd antwoord op de onderzoeksvraag hebt gegeven. Zou je die onnauwkeurigheden kunnen verkleinen?

Stap 6 **Maak een verslag.**
Tot slot maak je van je onderzoek een verslag. Zie vaardigheid 12 *Een verslag maken*.

WERKPLAN **Petra de Boer**

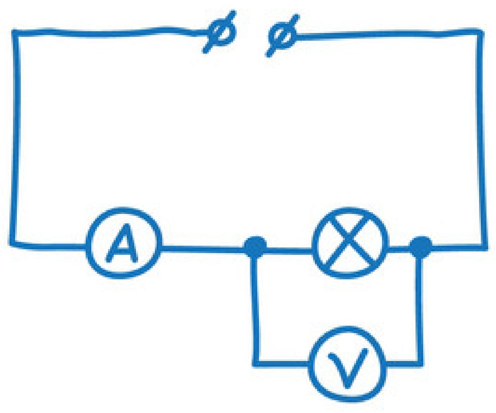
Onderzoek: Het vermogen meten van de koplamp van mijn fiets

Materialen en apparatuur

Ik heb nodig:
- voeding
- snoeren
- stroommeter
- spanningsmeter
- fietslampje (van mezelf)

Opstelling

Ik ga deze schakeling bouwen:



Formules

Ik kan het vermogen berekenen met de formule $P = U \cdot I$.
Ik moet dus de spanning en de stroomsterkte meten.
Dan kan ik het vermogen uitrekenen.

Metingen

Ik stel de spanning in op 6,0 V (want dat is de gewone spanning van een dynamo). Daarna meet ik hoe groot de stroomsterkte door het lampje is.

figuur 1 Petra's werkplan.

2 Meetinstrumenten aflezen

Er bestaan digitale meetinstrumenten en analoge meetinstrumenten (figuur 2). Er bestaan enkele belangrijke verschillen tussen deze meters.

Digitale meters geven de aflezing in cijfers op een display weer. Voorbeelden zijn een digitale thermometer en een digitale stopwatch. Dit soort meters maakt het je erg gemakkelijk. Je hoeft alleen de cijfers juist af te lezen. Je kunt dus nauwelijks een afleesfout maken.

Analoge meters hebben een wijzer en een schaalverdeling. Voorbeelden zijn een spanningsmeter, een krachtmeter, maar ook een gewone klok. Je moet zelf de stand van de wijzer aflezen. Sommige meters hebben meer dan één meetbereik. Om de meetwaarde zo nauwkeurig mogelijk af te kunnen lezen, gebruik je altijd een zo klein mogelijk meetbereik.

figuur 2 Een digitale en een analoge tijdmeter.



digitale tijdmeter



analoge tijdmeter

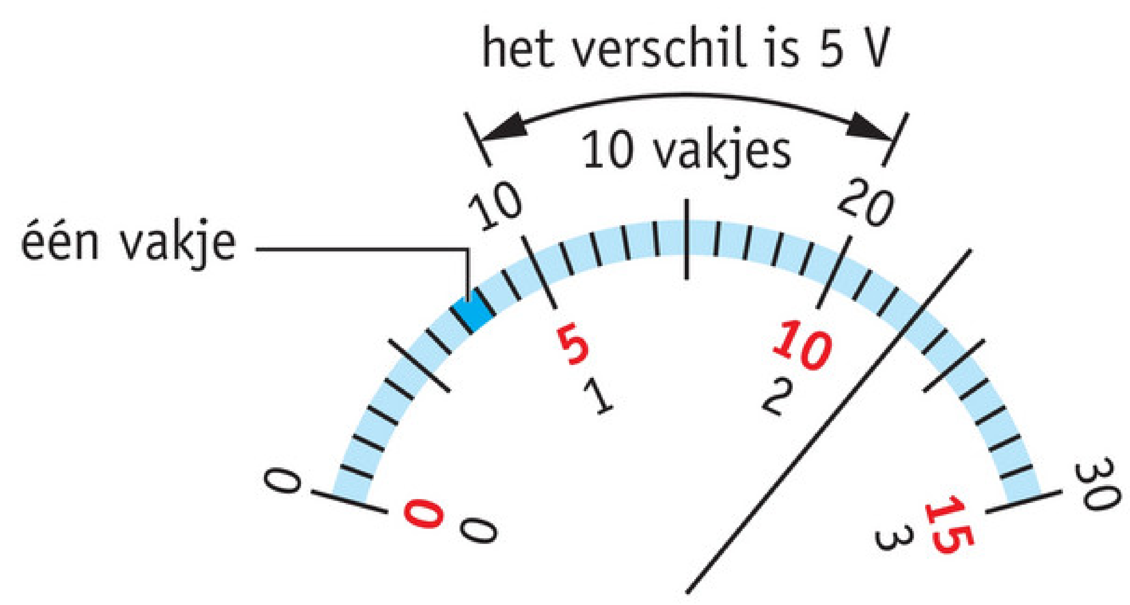
Bij een analoge meter moet je eerst nagaan hoeveel elk ‘vakje’ van de schaalverdeling waard is. Daar kun je als volgt achter komen (figuur 3):

- Ga na welk meetbereik is gebruikt.
  Bij de spanningsmeter in figuur 3 is dat 0-15 V (de rode getallen).

- Noteer het verschil tussen twee opeenvolgende getallen.
  Bij het meetbereik 0-15 V is dat verschil telkens 5 V.

- Tel het aantal ‘vakjes’ tussen twee opeenvolgende getallen.
  Bij de spanningsmeter zijn dat er 10.

- Reken nu uit hoeveel elk vakje waard is.
  Je deelt: 5 volt door 10: $\frac{5\text{ V}}{10} = 0{,}5$ V.



figuur 3 Een spanningsmeter aflezen.

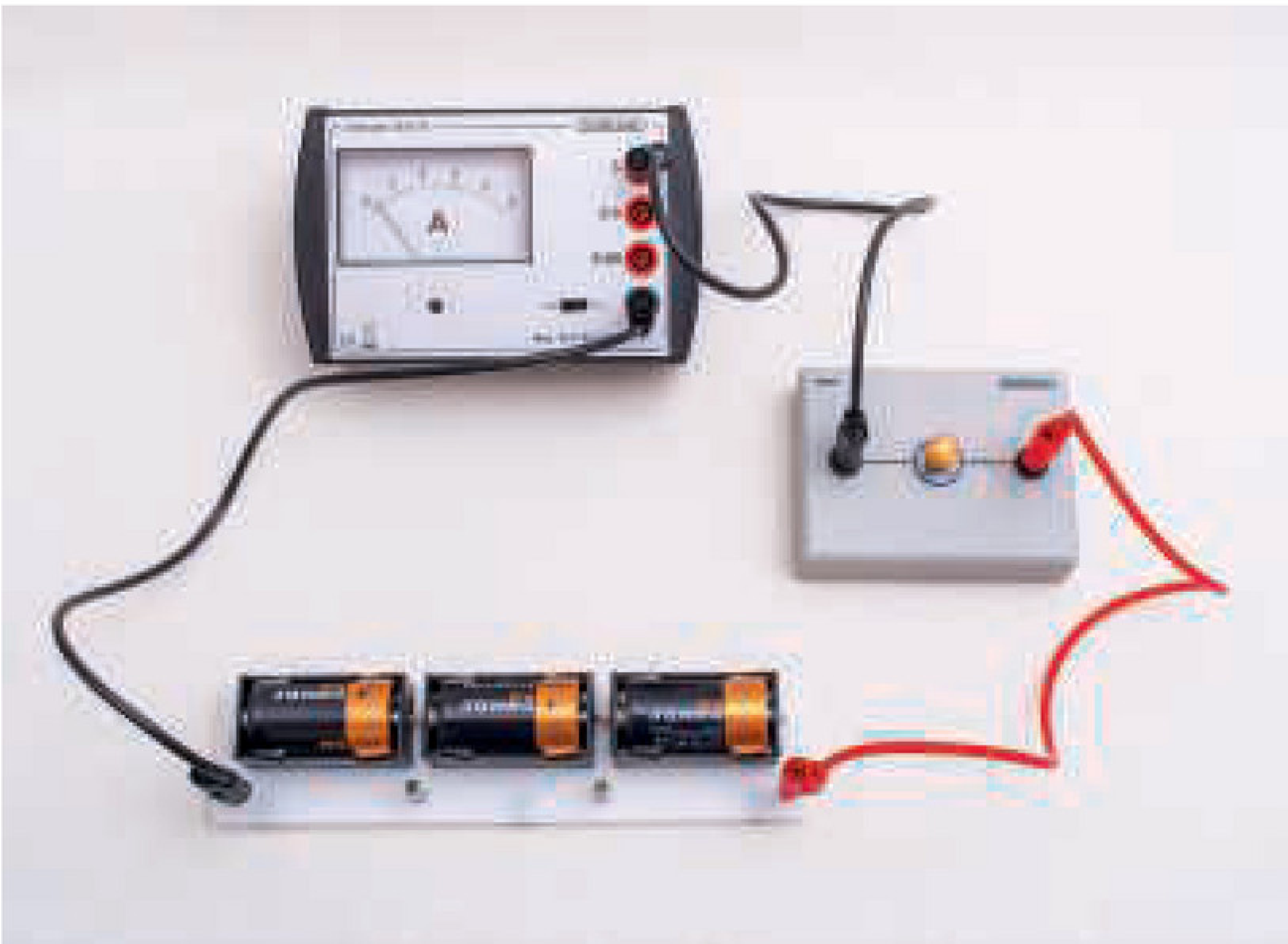
- Tot slot moet je zorgen dat je recht van voren op de meter kijkt. Dan kun je het instrument aflezen.
  Ga zelf na dat de spanningsmeter 11,5 V aangeeft.

Bij andere analoge meetinstrumenten ga je op een soortgelijke manier te werk.

3 Werken met een stroommeter

Bij proeven met elektriciteit wordt vaak een stroommeter gebruikt. Je moet zo'n meter op de juiste manier aansluiten.

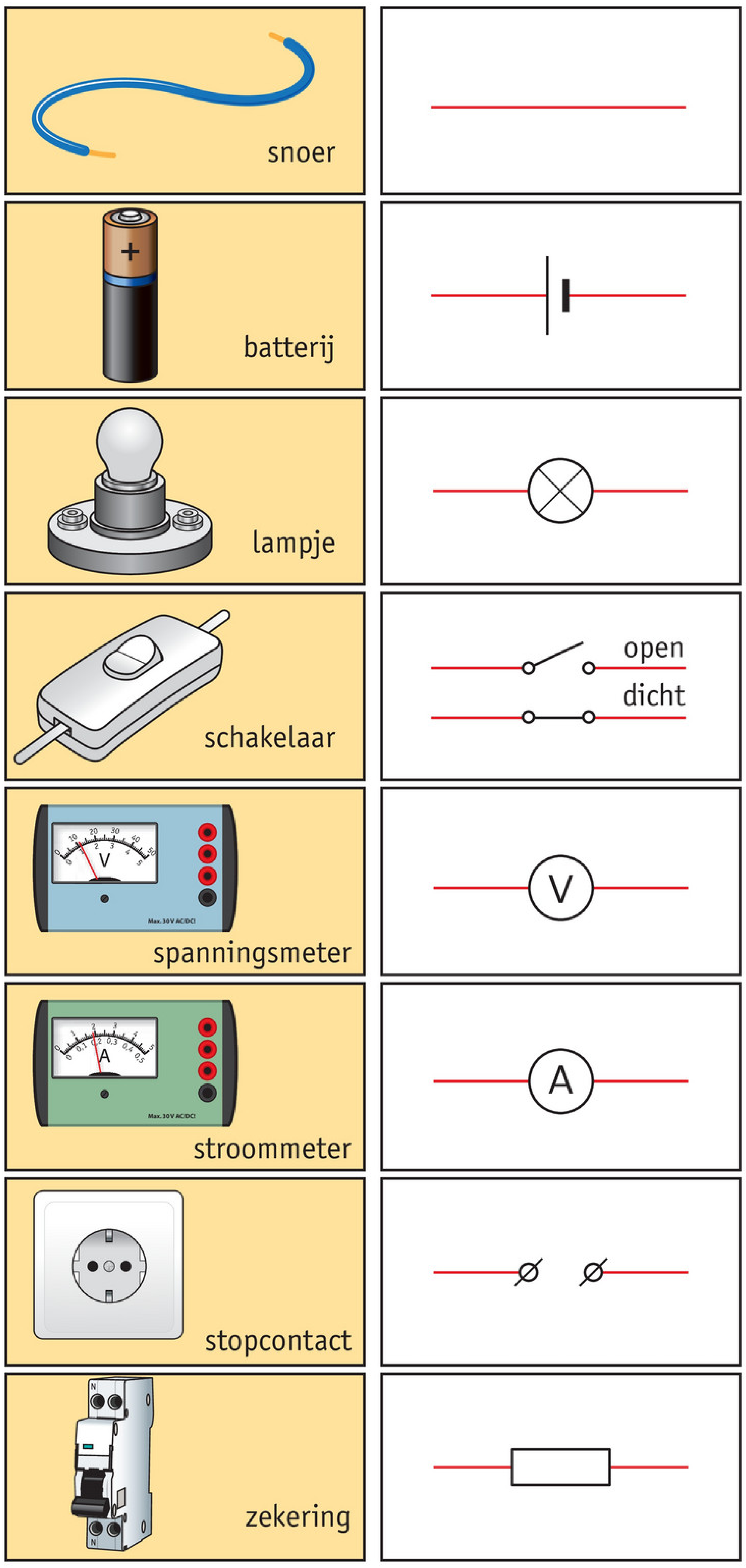
- Om de stroomsterkte door een lampje te meten, schakel je de stroommeter in serie met het lampje. De stroom door het lampje loopt dan ook door de meter (figuur 4).
- Je verbindt de pluspool van de batterij of voeding met de plusaansluiting op de stroommeter. (Eventueel mag er nog wel een lampje of iets dergelijks tussen zitten.) De minpool verbind je met de minaansluiting van de meter. De wijzer beweegt dan de goede kant op. Als het toch fout gaat, sluit je de twee snoeren 'andersom' op de meter aan.
- Veel stroommeters hebben verschillende meetbereiken. De meter in figuur 4 heeft bijvoorbeeld drie meetbereiken: 0-5 A, 0-500 mA en 0-50 mA.
- Als je het meetbereik van 0 tot 5 A gebruikt, kun je stromen meten tot hoogstens 5 A. Als je het meetbereik van 0 tot 500 mA gebruikt, kun je stromen meten tot hoogstens 500 mA = 0,5 A. Enzovoort.
- Meet de eerste keer altijd met het grootste meetbereik. Zo voorkom je dat de meter kapotgaat. Als de meter erg weinig uitslaat, kun je een kleiner meetbereik gebruiken.
- Voor het nauwkeurigste resultaat gebruik je altijd een zo klein mogelijk meetbereik. Dan slaat de wijzer verder uit en kun je nauwkeuriger aflezen wat hij aanwijst.
- Kijk altijd zo recht mogelijk op de meter en lees nauwkeurig af.



figuur 4 Zo sluit je een stroommeter aan.

4 Schakelingen bouwen

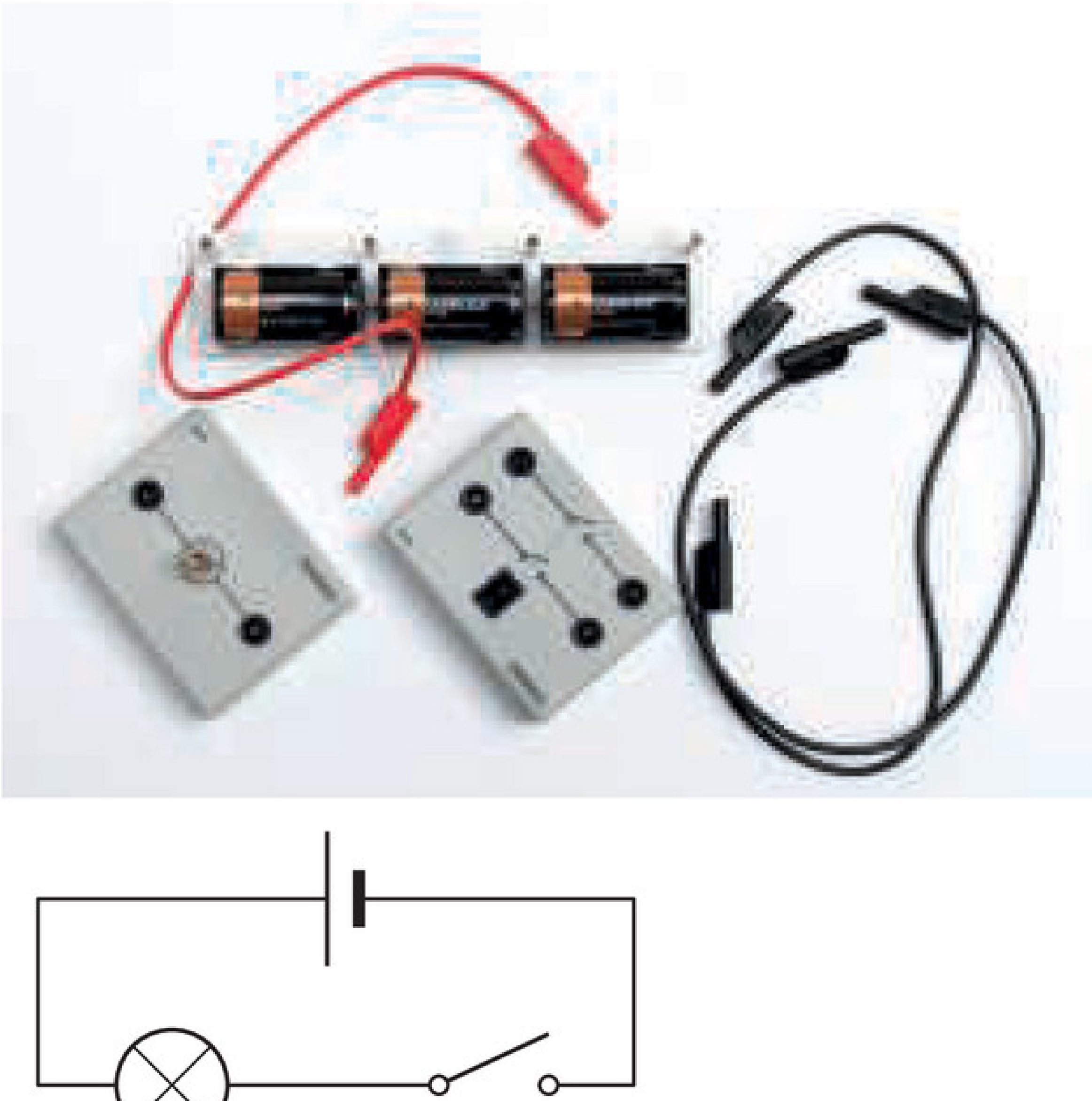
Bij sommige proeven bouw je een schakeling aan de hand van een schakelschema. In zo'n schakelschema worden verschillende schakelsymbolen gebruikt. Zie het overzicht in figuur 5.



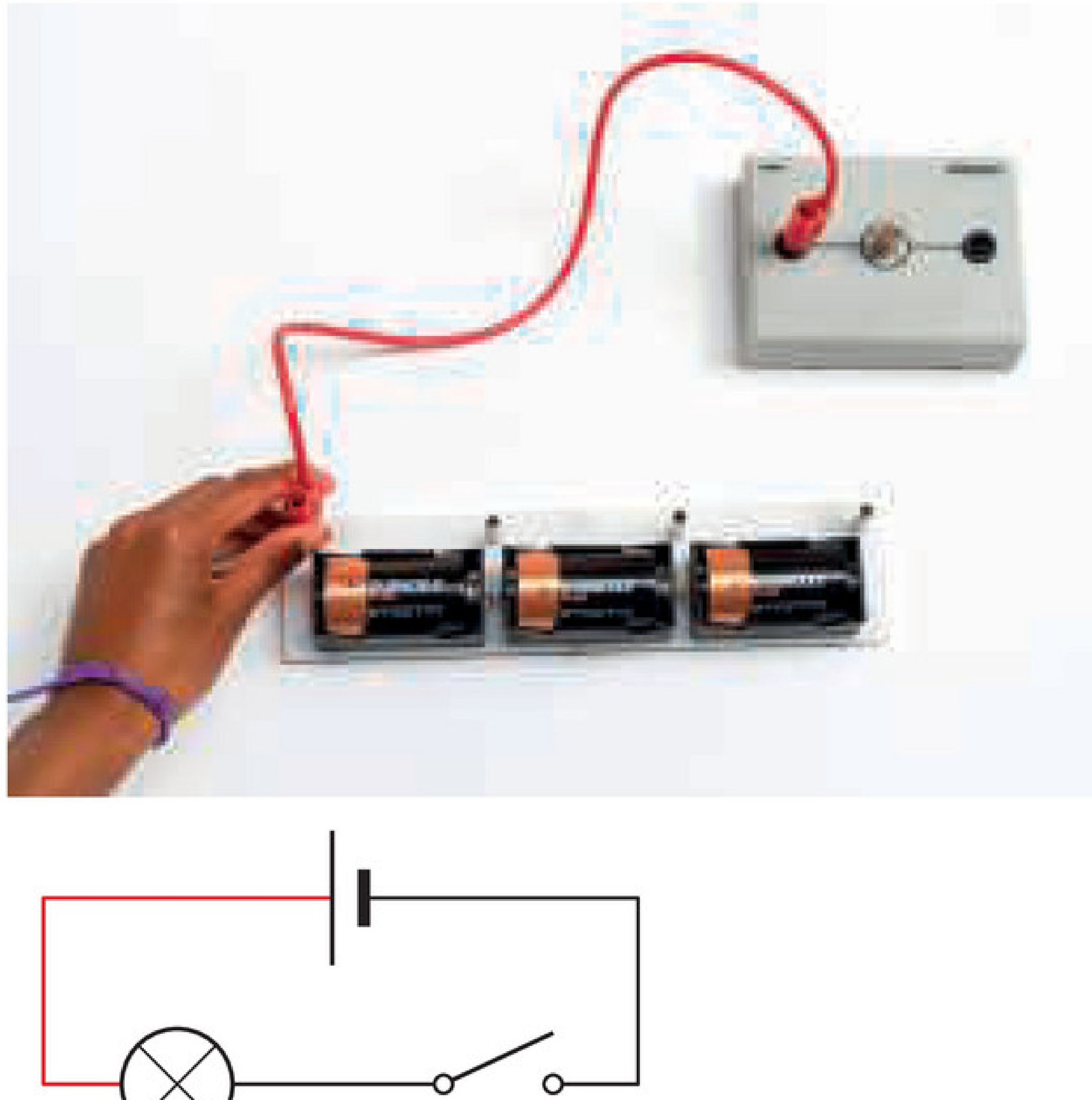
figuur 5 Een overzicht van de schakelsymbolen.

Je kunt een schakeling het best stap voor stap opbouwen. In figuur 6 zie je hoe je daarbij te werk kunt gaan. Begin bij de pluspool van de batterij, verbind de onderdelen een voor een met elkaar en eindig bij de minpool van de batterij.

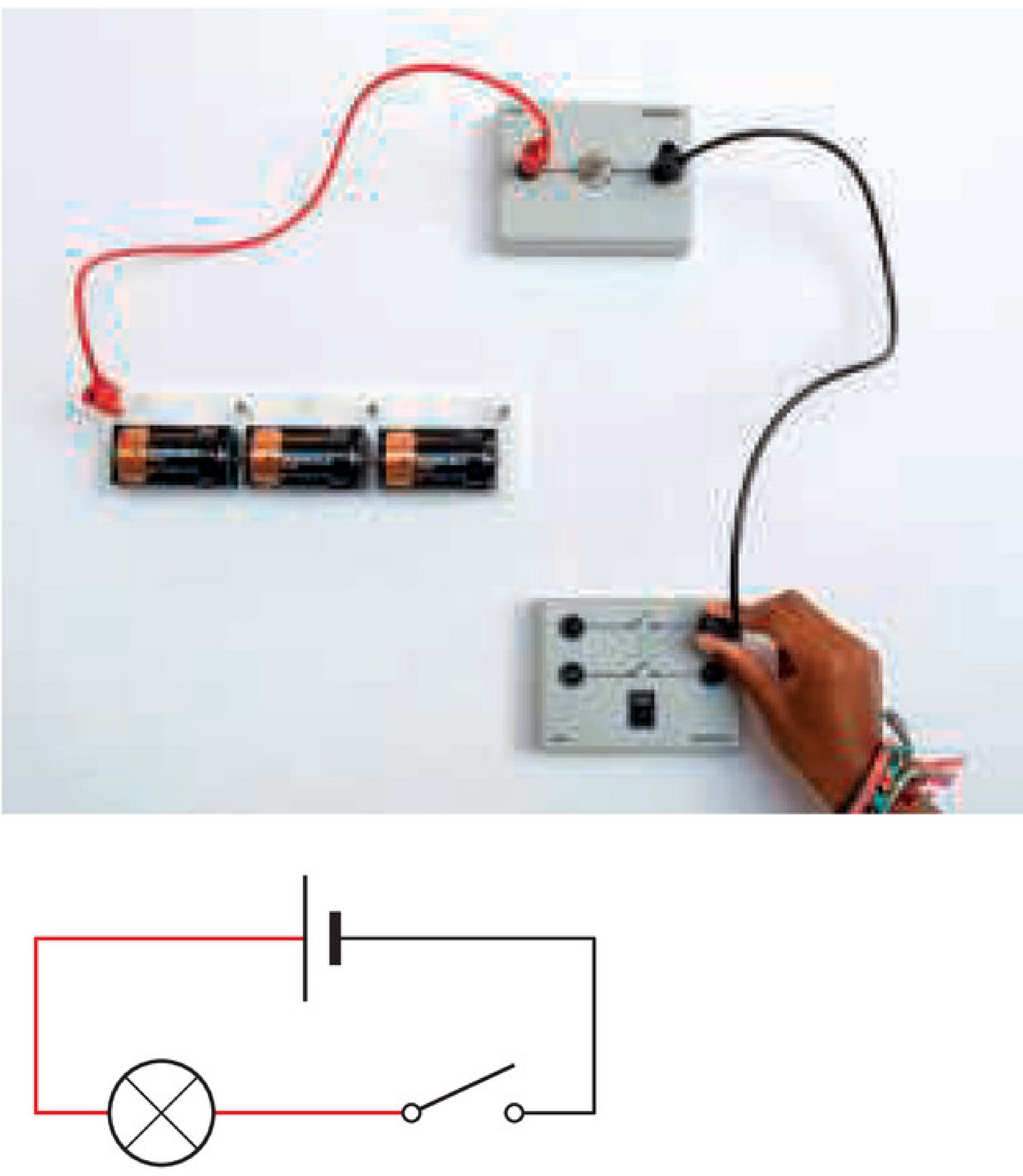
figuur 6 Een schakeling bouwen.



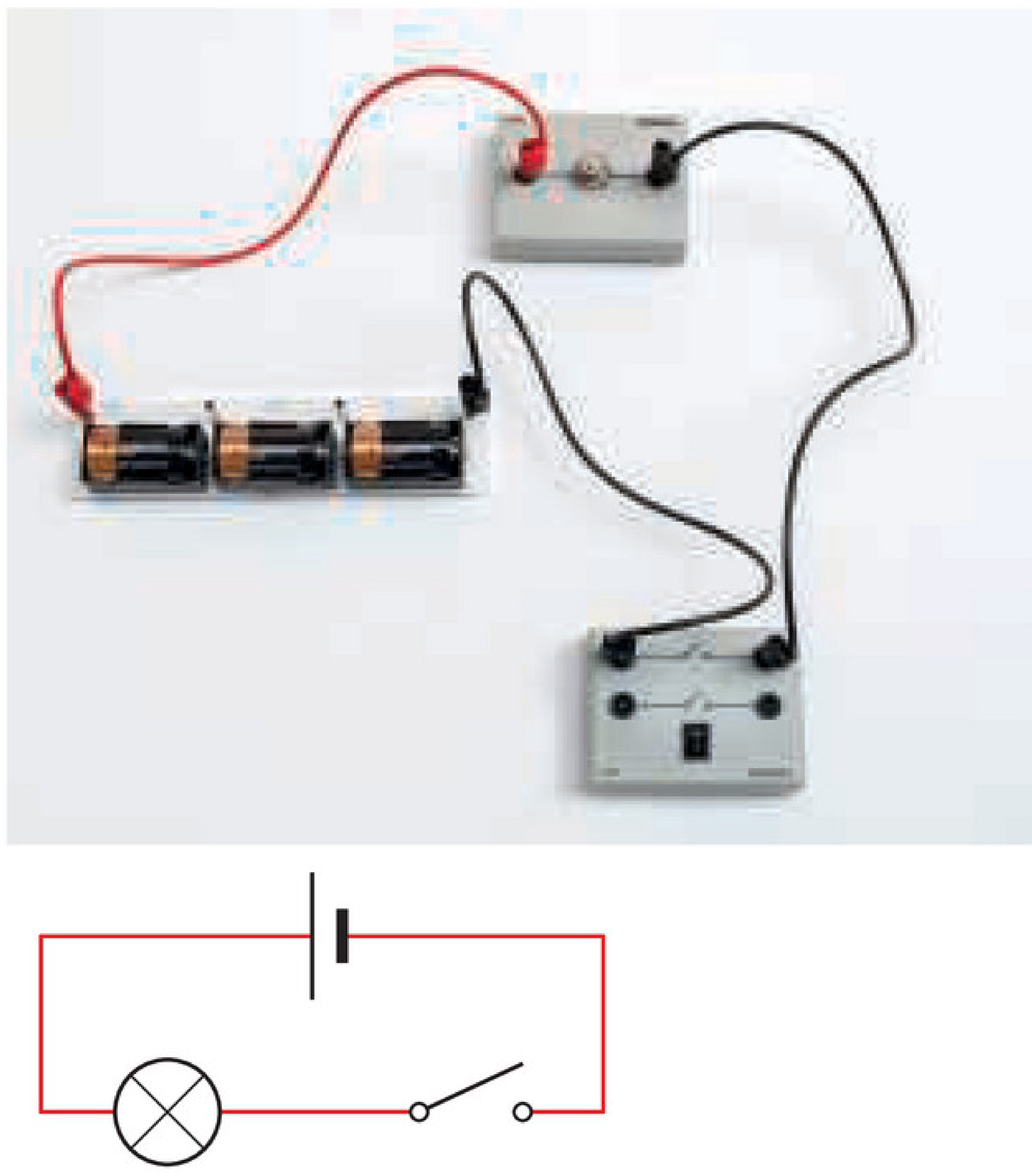
1 Verzamel de verschillende onderdelen.



2 Begin met het snoer aan de pluskant.



3 Sluit het lampje aan de schakelaar.



4 Maak de schakeling af.

5 Veilig werken met stoffen

Houd je aan de volgende veiligheidsregels, als je met stoffen werkt.

Draag de juiste kleding
- Draag altijd een laboratoriumjas (labjas) en doe die dicht.
- Bind lange haren met een elastiekje of haarband naar achteren.
- Draag altijd een veiligheidsbril.

Bereid je goed voor
Zorg ervoor dat je de gevaren van de gebruikte stoffen kent. Je kunt die informatie halen:
- uit de instructie van je docent;
- uit de proefbeschrijving in je boek;
- uit de veiligheidskaarten bij de stoffen;
- uit de pictogrammen en tekst op de etiketten die op de voorraadpotten staan.

Leer welke pictogrammen (veiligheidssymbolen) je kunt tegenkomen en wat ze betekenen.

Werk netjes
- Gebruik een spatel om stoffen uit een voorraadpot te halen.
- Houd de reageerbuis zo dicht mogelijk bij de voorraadpot.
- Neem niet meer stof dan je voor de proef nodig hebt.
- Houd de spatel horizontaal bij het scheppen en overbrengen naar de reageerbuis.
- Blijf met een volle spatel boven de voorraadpot of de reageerbuis.
- Zorg ervoor dat vloeistoffen niet gaan spatten.

Voorkom besmetting met chemicaliën
- Ruim gemorst materiaal meteen op.
- Eet en drink nooit tijdens het practicum.
- Houd boeken en tassen uit de buurt van chemicaliën.
- Maak alle materialen na afloop schoon en ruim ze netjes op.
- Was na afloop van het practicum altijd je handen.

Gebruik veiligheidsmiddelen als dat nodig is
- Onthoud waar je de volgende veiligheidsmiddelen kunt vinden:
  - labjas
  - veiligheidsbril
  - blusmiddelen
  - (oog)douche
  - branddeken
- Gebruik de veiligheidsmiddelen als dat nodig is (figuur 7). Houd je daarbij aan de instructie die je krijgt van je docent.



figuur 7 Zo gebruik je een oogdouche.

De stoffen waarmee je tijdens practica werkt, zijn soms schadelijk voor het milieu. Ze mogen niet in het milieu (lucht, water, bodem) terechtkomen. Bij veilig werken hoort daarom ook:

Werk met kleine hoeveelheden
Hoe minder stof je neemt voor een proef, hoe minder van die stof in het milieu terecht kan komen. Neem dus niet meer van een stof dan in de instructie wordt aangegeven.

Houd je aan de aanwijzingen
Je docent en/of de TOA zal je vertellen:
- hoe je de verschillende stoffen moet ophalen;
- wat je moet doen als je per ongeluk iets morst;
- wat je moet doen met de stoffen die overblijven.

Houd je aan die aanwijzingen. Dan werk je veilig en milieubewust.

Lever de stoffen die overblijven gescheiden in
Stoffen die je niet hebt gebruikt, kun je weer inleveren bij je docent of TOA (figuur 8). Afvalstoffen lever je ook gescheiden in. Veel scholen hebben aparte afvalbakken voor:
- zware metalen (ZM);
- overige anorganische stoffen (OAS);
- halogeenhoudende organische stoffen (HOS);
- overige organische stoffen (OOS).



figuur 8 Zo kun je een vloeistof na een proef weer inleveren.

Soms mag je afval in de gootsteen gieten of in de prullenbak gooien. Doe dat alleen als je docent of TOA duidelijk heeft gezegd dat dit verantwoord is.

6 Werken met formules

Bij het vak natuur- en scheikunde maak je af en toe berekeningen. Dit is een goede aanpak:

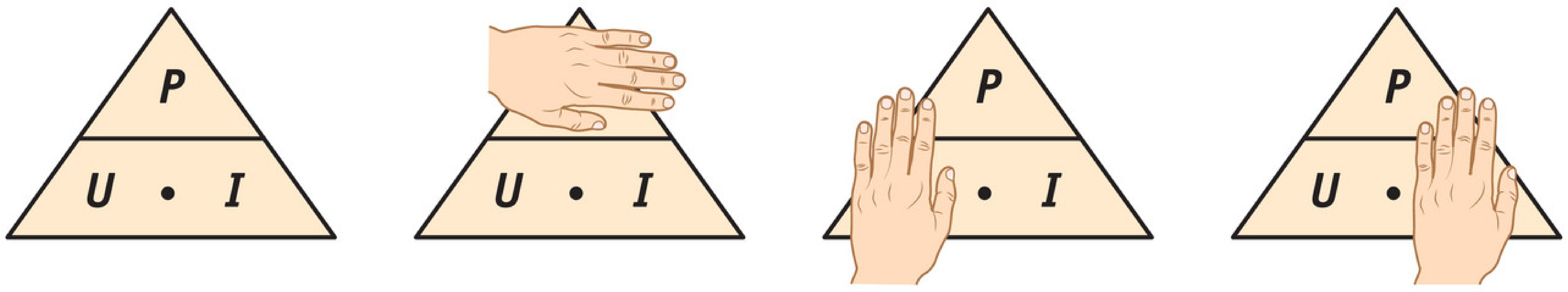
Stap 1 **Lees de opgave.**
Lees de opgave en schat in welke buurt de uitkomst zal liggen. Stel dat je moet uitrekenen hoe groot de massa van een leerling is. Dan weet je wel dat de uitkomst ergens moet uitkomen tussen 40 en 80 kg.

Stap 2 **Noteer de gegevens.**
Schrijf de grootheid op en schrijf de waarde erachter. Vergeet de eenheid niet. Soms is het handig een eenheid alvast om te rekenen.

Stap 3 **Noteer wat wordt gevraagd.**
Schrijf de gevraagde grootheid op en schrijf er een vraagteken achter.

Stap 4 **Noteer de uitwerking.**
Schrijf de formule op. Sommige formules kun je op verschillende manieren opschrijven. Het trucje in figuur 9 kan je daarbij helpen. Neem de vorm waarin de gevraagde grootheid voor het =-teken staat.

figuur 9 Een formule omwerken.



Zo vind je de drie vormen van deze formule.

De eerste vorm: $P = U \cdot I$

De tweede vorm: $U = \frac{P}{I}$

en de derde vorm: $I = \frac{P}{U}$

Stap 5 **Vul de gegevens in.**
Let erop dat je de juiste eenheden opschrijft.

Stap 6 **Werk de berekening uit.**

Stap 7 **Noteer de uitkomst.**
De uitkomst is een getal + een eenheid. Schrijf in je uitkomst ook op welke grootheid je hebt uitgerekend. Schrijf dus niet alleen maar: 1,5 W, maar P = 1,5 W of:
Het vermogen = 1,5 W.

Stap 8 **Controleer de uitkomst.**
Vergelijk de uitkomst met de schatting die je in het begin maakte. Ga ook na of je geen reken- of overschrijffouten hebt gemaakt en of je de juiste eenheid achter het getal hebt gezet.

De volledige notatie van de aanpak van de rekenopdracht zie je in de voorbeeldopdracht.

VOORBEELDOPDRACHT 1

Petra heeft een proef gedaan om het vermogen van een fietslampje te bepalen. In haar proefverslag staat dat de stroomsterkte 250 mA was bij een spanning van 6,0 V. Bereken het vermogen van het lampje.		stap 1
gegevens	U = 6,0 V I = 250 mA = 0,25 A	stap 2
gevraagd	P = ?	stap 3
uitwerking	$P = U \cdot I$	stap 4
	P = 6,0 V × 0,25 A = 1,5 W	stappen 5 en 6
Het vermogen van het lampje is dus 1,5 W.		stappen 7 en 8

7 Werken met grootheden en eenheden

Een grootheid is iets wat je kunt meten met een geschikt meetinstrument. Voorbeelden van grootheden zijn lengte (afstand), massa en kracht. Meer grootheden zie je in tabel 1.

Om een grootheid te kunnen meten, heb je een afgesproken maat nodig. Zo'n afgesproken maat noem je een eenheid. Je meet lengte in meter, massa in kilogram en kracht in newton. Meter is de eenheid van lengte, kilogram de eenheid van massa en newton de eenheid van kracht. Elke grootheid heeft een officiële internationale SI-eenheid (SI staat voor *Système International*: het in 1960 ingevoerde internationale systeem van eenheden).

Voor het meten van je lengte is de meter heel geschikt (figuur 10). Maar voor de lengte van de spoorlijn van Amsterdam naar Rotterdam kun je beter een grotere eenheid gebruiken: de kilometer. Tijd meet je vaak in uren en niet in seconden. En voor temperatuur gebruik je meestal graad Celsius in plaats van kelvin. Het ligt dus aan de situatie welke eenheid wordt gebruikt.

In tabel 1 vind je een overzicht van alle grootheden en hun eenheden die in dit boek voorkomen. In de derde en vierde kolom staan de SI-eenheden. Andere veelgebruikte eenheden staan in de laatste twee kolommen.



figuur 10 Als je meet, vergelijk je een grootheid (de lengte) met een eenheid (de meter).

tabel 1 Grootheden en eenheden.

grootheid	afkorting	SI-eenheid	afkorting	alternatieve eenheid	afkorting
dichtheid	*ρ*	kilogram per kubieke meter	kg/m^3	gram per kubieke centimeter	g/cm^3
energie	*E*	joule	J	kilowattuur	kWh
kracht	*F*	newton	N	kilonewton	kN
lengte, afstand	*l*	meter	m	centimeter	cm
luchtdruk	*p*	pascal	Pa	millibar	mbar
massa	*m*	kilogram	kg	gram	g
spanning	*U*	volt	V	kilovolt	kV
stroomsterkte	*I*	ampère	A	milliampère	mA
temperatuur	*T*	kelvin	K	graad Celsius	°C
tijd	*t*	seconde	s	uur	h
vermogen	*P*	watt	W	kilowatt	kW

8 Werken met voorvoegsels

Bij het vak natuur- en scheikunde krijg je soms te maken met getallen die erg groot of juist erg klein zijn (figuur 11). Er is een handige manier bedacht om dit soort getallen korter op te schrijven. In plaats van: 'De spanning op deze hoogspanningsleiding is 380 000 V.' kun je ook schrijven: 'De spanning op deze hoogspanningsleiding is 380 kV.'



figuur 11 Hoe groot is de spanning op deze hoogspanningsleiding?

Het voorvoegsel k (kilo) betekent hetzelfde als 1000 (duizend): 1 kilometer = 1000 meter, 1 kilogram = 1000 gram en 1 kilowatt = 1000 watt.

Over het gebruik van dit soort voorvoegsels zijn afspraken gemaakt die gelden voor de hele wereld. In deze afspraken staat:
- welke voorvoegsels je mag gebruiken;
- wat die voorvoegsels betekenen;
- hoe je die voorvoegsels afkort.

In tabel 2 zie je de meest gebruikte voorvoegsels, met bij elk voorvoegsel een voorbeeld.

tabel 2 Voorvoegsels en hun betekenis.

voorvoegsel	afkorting	betekenis	voorbeeld
mega	M	1 000 000	1 MW = 1 000 000 W
kilo	k	1000	1 kV = 1000 V
hecto	h	100	1 hPa = 100 Pa
deci	d	0,1	1 dL = 0,1 L
centi	c	0,01	1 cm = 0,01 m
milli	m	0,001	1 mA = 0,001 A
micro	µ	0,000 001	1 µg = 0,000 001 g

Soms moet je gegevens omrekenen van de ene eenheid naar de andere. In het voorbeeld hierna zie je hoe je dat kunt aanpakken.

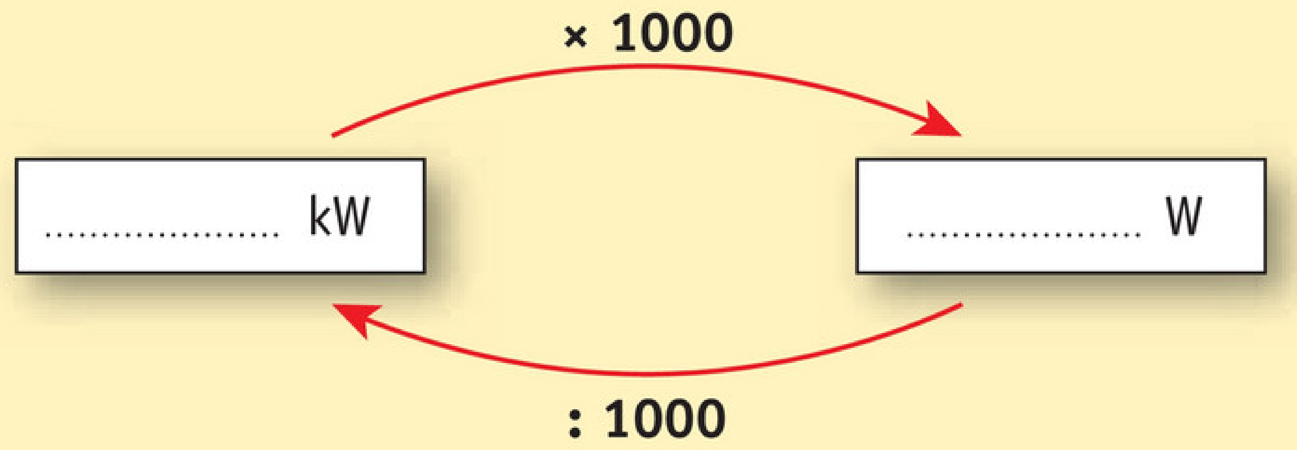
VOORBEELDOPDRACHT 2

Op een lamp staat dat hij een vermogen van 17 W heeft.
Hoeveel kW is dat?

Om te beginnen bedenk je dat 1 kW = 1000 W. Met andere woorden:

- Ga je van kW naar W, dan moet je vermenigvuldigen met 1000 (figuur 12).
- Ga je van W naar kW, dan moet je delen door 1000.

De lamp heeft dus een vermogen van $\frac{17}{1000}$ = 0,017 kW.



figuur 12 Omrekenen van kilowatt naar watt en omgekeerd.

9 Rekenen met verhoudingen

Sommige problemen kun je oplossen door een verhoudingstabel te maken. Zo'n tabel kan bijvoorbeeld handig zijn als je een kracht moet tekenen op een bepaalde schaal.

Stel dat je een kracht van 183 N moet tekenen met als schaal 1 cm ≙ 25 N. Je kunt de lengte van de pijl als volgt berekenen.

- Noteer de gegevens in een verhoudingstabel. Tussen 25 N en 183 N noteer je 1 N als tussenstap:

kracht (N)	25	1	183
lengte (cm)	1	....	....

- Je ziet:
  - Eerst moet je delen door 25.
  - Daarna moet je vermenigvuldigen met 183.

- Je vult de verhoudingstabel dan zo in:

		: 25 →	× 183 →
kracht (N)	25	1	183
lengte (cm)	1	0,04	7,32
		: 25 →	× 183 →

10 Werken met tabellen en grafieken

Veel onderzoeksvragen gaan over het verband tussen twee grootheden. Over een stuk elastiek kun je bijvoorbeeld vragen:
Hoe hangt de uitrekking van een stuk elastiek af van de kracht die op het elastiek wordt uitgeoefend?
Je wilt dus het verband meten tussen de uitrekking en de kracht.

Om deze vraag te beantwoorden, voer je een serie metingen uit. Je hang het elastiek aan een statief en bevestigt onder aan het elastiek een gewichtendrager (figuur 13a). Je zet een voor een gewichtjes op de gewichtendrager, en bepaalt bij elk nieuw gewichtje opnieuw de uitrekking. In een tabel noteer je de meetresultaten: links het gewicht, rechts de uitrekking (figuur 13b).

Verbanden worden duidelijker als je ze weergeeft in een grafiek (figuur 13c).

figuur 13 Tabellen en grafieken.



a meten **b** noteren **c** tekenen

Zo'n grafiek maak je als volgt:

- Werk alles uit met potlood. Anders kun je later niets meer verbeteren.
- Teken een assenstelsel. In het boek is dat meestal al voor je gedaan.
- Zet bij elke as een grootheid, met de eenheid waarin je hebt gemeten. Bijvoorbeeld: → gewicht (N) en → uitrekking (cm).
- Zet langs beide assen een geschikte schaalverdeling. Zorg ervoor dat al je metingen in de grafiek passen en dat je grafiek niet te klein wordt. Gebruik minstens twee derde deel van de beschikbare ruimte op de as.
- Teken de meetresultaten in als punten. Besef dat er altijd kleine meetfouten in je meetresultaten zitten. Je mag er niet van uitgaan dat elk punt exact juist is.
- Trek een rechte lijn als de meetpunten zo ongeveer op een rechte lijn liggen. Laat die lijn zo goed mogelijk bij de punten aansluiten. Maar let op: je mag de punten niet een voor een met rechte lijntjes met elkaar verbinden, zodat je een onregelmatig heen en weer gaande zigzaglijn krijgt.
- Teken een vloeiende kromme als de punten duidelijk niet op één rechte lijn liggen. Laat de kromme zo goed mogelijk bij de punten aansluiten. Net als bij een rechte lijn mag je de punten niet een voor een met elkaar verbinden.

Het geeft dus niet dat een rechte lijn of een kromme niet precies door alle meetpunten loopt. Het is normaal dat meetpunten niet 100% nauwkeurig zijn. Daarom moet je bij het tekenen van de grafiek ook niet doen alsof.

11 Verbanden meten

Veel onderzoeksvragen gaan over het verband tussen twee grootheden. Neem bijvoorbeeld de onderzoeksvraag:
Wat gebeurt er met de uitrekking als je een grotere kracht uitoefent?

Bij deze vraag gaat het om het verband tussen de uitrekking en de kracht.
Hoe meet je zo'n verband?

- Maak eerst een tabel waarin je de meetresultaten kunt noteren: links de kracht, rechts de uitrekking.

- Maak de kracht stapsgewijs groter en lees af: welke uitrekking hoort bij deze kracht? Noteer de meetwaarden in de tabel.

- Voer alle metingen minstens twee keer uit om aflees- en opschrijffouten te kunnen verbeteren.

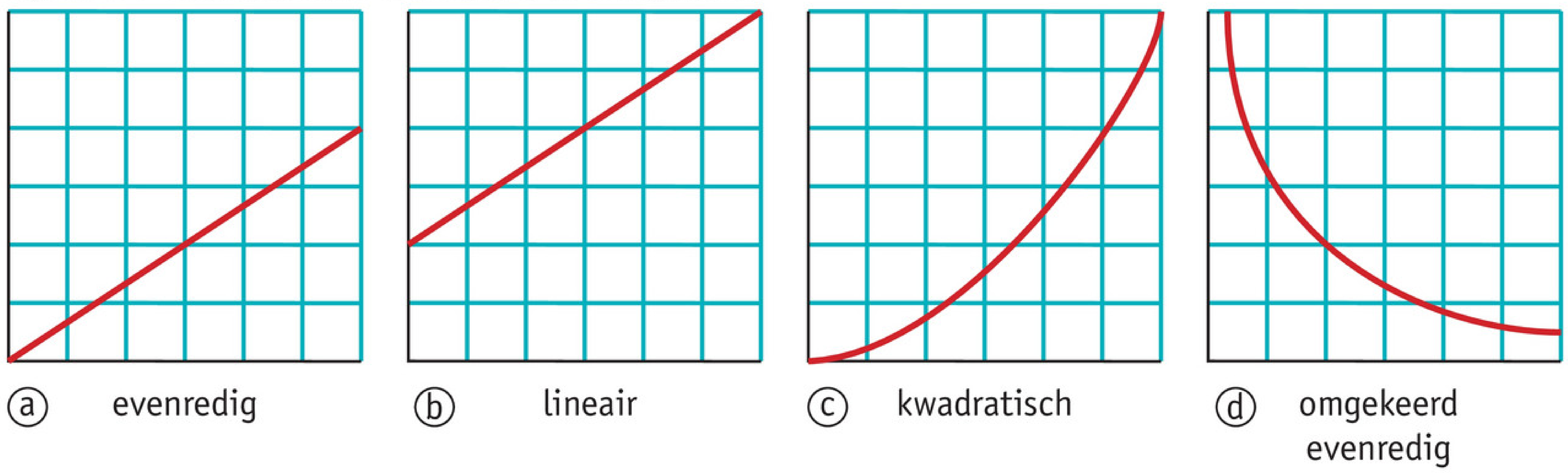
- Verwerk je metingen tot een grafiek. In vaardigheid 10 *Werken met tabellen en grafieken* kun je lezen hoe dat moet. Zet de kracht langs de horizontale as en de uitrekking langs de verticale as.

- Vergelijk de grafiek die je hebt getekend met figuur 14. Daarin zie je hoe een grafiek eruitziet:
  a als het verband evenredig is;
  b als het verband lineair is;
  c als het verband kwadratisch is;
  d als het verband omgekeerd evenredig is.

Als de grafiek een rechte lijn is, is het verband tussen de twee grootheden lineair. Gaat de grafiek ook door de oorsprong, dan is het verband evenredig. Als je met een spiraalveer hebt gewerkt, vind je een evenredig verband.

Het meten van verbanden tussen andere grootheden kun je op dezelfde manier aanpakken.

figuur 14 Verschillende verbanden in een grafiek.



12 Een verslag maken

Bij een onderzoek hoort een verslag. In dat verslag leg je uit hoe het onderzoek is uitgevoerd. Iemand die er niet bij is geweest, moet precies kunnen begrijpen wat er is gebeurd. Soms moet je ook een verslag maken van een gewone practicumproef.

Deel je verslag als volgt in:

Titelpagina
Hierop vermeld je de titel van het onderzoek, de namen van de leerlingen in je onderzoeksgroep, de naam van je docent, de datum en het jaar.

§ 1 Onderzoeksvraag
In deze paragraaf leg je uit welke vraag je met je onderzoek wilde beantwoorden en welk antwoord je van tevoren dacht te vinden.

§ 2 Werkplan
Hierin staat:
- een lijst met de spullen die je hebt gebruikt;
- een tekening van de opstelling die je hebt gemaakt;
- een korte beschrijving van wat je hebt gedaan.

§ 3 Onderzoeksresultaten
Hierin vermeld je wat je hebt waargenomen of gemeten: in de vorm van teksten, tabellen, foto's en dergelijke.

§ 4 Uitwerking
Hierin maak je grafieken van je meetwaarden en voer je berekeningen uit die je nodig hebt om je onderzoeksvraag te beantwoorden.

§ 5 Conclusies
Hierin staat het antwoord op de onderzoeksvraag. Ook schrijf je op wat er beter had gekund.

Een verslag hoort er goed en verzorgd uit te zien. Het gaat niet alleen om de inhoud van je verslag. Je moet die inhoud ook duidelijk en overzichtelijk presenteren. Een aantal aanwijzingen:
- Maak je verslag op de computer.
- Gebruik papier op A4-formaat.
- Zorg dat er ruime marges (witte ruimtes) overblijven: onder en boven, links en rechts.
- Kies een goed leesbaar lettertype, met een goede lettergrootte.
- Zet een vet kopje boven elke paragraaf.
- Zorg voor nette tekeningen, tabellen en grafieken. Zet er een nummer bij, zodat je ernaar kunt verwijzen.

Register

Z

Colofon

ONTWERP BINNENWERK
Pointer grafische vormgeving
Crius Group

ONTWERP OMSLAG
Studio Struis

UITVOERING BINNENWERK
Crius Group

AUTEURS
S. Michon
F. Kappers
C. Schatorjé

TECHNISCH TEKENWERK
Erik Eshuis, Groningen
Herman Sittrop, Rotterdam

BEELDRESEARCH
B en U International Picture Service, Amsterdam

BEELDVERANTWOORDING
123RF/Ben Schonewille: Pag. 76; 123RF/fedorkondratenko: Pag. 182/183; 123RF/Robert van 't Hoenderdaal: Pag. 106 (o.); 123RF/Tyler Olson: Pag. 122/123; abb.com: Pag. 47 (b.); Alamy/ Imageselect/Phovoir: Pag. 155 (l.); Depositphotos/erikdegraaf: Pag. 147; Erik Eshuis Infographics, Groningen: Pag. 8 (b.), 8 (b.), 8 (b.), 8 (b.), 8 (b.), 8 (b.), 8 (o.), 10, 11 (b.), 11 (r.o.), 12 (l.b.), 12 (l.o.), 12 (r.b.), 12 (r.o.), 13, 14 (r.b.), 14 (l.b.), 15 (r.b.), 16, 18, 19 (m.), 19 (o.), 20, 21, 22 (b.), 22 (b.), 23, 24 (l.b.), 24 (r.b.), 27, 28 (l.o.), 28 (m.o.), 28 (r.o.), 30 (b.), 30 (o.), 31, 32, 35 (b.), 35 (o.), 38, 40, 41, 46 (b.), 47 (o.), 48 (b.), 49 (l.b.), 49 (r.b.), 50, 51, 56, 57, 59, 61, 63 (l.o.), 63 (m.o.), 63 (r.o.), 65, 75, 82, 84 (b.), 85, 87, 88, 89, 94, 95 (b.), 96 (b.), 96 (o.), 97, 100 (b.), 100 (o.), 101, 104 (l.o.), 104 (r.o.), 105, 110, 114, 115, 116, 125, 128 (b.), 131 (b.), 131 (l.m.), 131 (l.o.), 131 (m.o.), 131 (r.m.), 131 (r.o.), 133 (r.o.), 135 (o.), 137, 138 (o.), 139 (l.), 139 (m.), 139 (r.), 140 (l.), 140 (m.), 140 (r.), 145 (l.), 146, 149 (l.), 149 (m.), 149 (r.), 151, 153, 156 (o.), 160, 163 (b.), 163 (o.), 166, 168, 169, 171, 174, 175, 176, 184, 188 (b.), 188 (o.), 191, 192, 198, 199 (b.), 200 (l.), 200 (r.), 202, 203, 205, 206 (b.), 207, 208, 209 (b.), 209 (o.), 211 (o.), 214, 216 (b.), 216 (m.), 216 (o.), 217, 218, 222 (b.), 223 (o.), 227, 232, 234, 235, 246, 247 (o.), 249, 253, 257, 258 (b.), 258 (o.), 260; ESA/CNES/ Arianespace: Pag. 231; Getty Images/Cavan Images: Pag. 215; Hollandse Hoogte/ANP Foto/Erik van 't Woud: Pag. 221; Hollandse Hoogte/ANP Foto/Rob Engelaar: Pag. 34 (r.b.); Hollandse Hoogte/ ANP Foto/Science Photo Library: Pag. 195; Imageselect/Image Source: Pag. 211 (b.); iStockphoto/FatCamera: Pag. 127 (l.b.), 255; iStockphoto/Henk van Dijk: Pag. 256; iStockphoto: Pag. 165 (r.o.); Kim Bosch, Den Haag: Pag. 141 (b.), 141 (m.), 141 (o.); Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam/Erik Eshuis Infographics, Groningen: Pag. 250; Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: Pag. 11 (l.o.), 15 (l.b.), 17 (l.b.), 17 (m.b.), 17 (o.), 17 (r.b.), 19 (b.), 33, 37, 48 (o.),128 (o.), 154, 155 (r.), 186, 189 (o.), 248, 251, 252, 259 (m.), 259 (r.); NASA: Pag. 136; Publiek domein: Pag. 210; Science Photo Library/ANP Foto/Andrew Lambert Photography: Pag. 259 (l.); Science Photo Library/ANP Foto/Charles D. Winters: Pag. 199 (o.); Science Photo Library/ANP Foto/Turtle Rock Scientific: Pag. 187 (b.); Shutterstock/Aleksandr Trubitsyn: Pag. 72; Shutterstock/Alexander Raths: Pag. 86; Shutterstock/ALPA PROD: Pag. 164; Shutterstock/B Cas: Pag. 220; Shutterstock/Barry Blackburn: Pag. 99 (l.); Shutterstock/biDaala_studio: Pag. 99 (r.); Shutterstock/Billion Photos: Pag. 124, 247 (l.b.), 247 (r.b.); Shutterstock/bszef: Pag. 189 (b.); Shutterstock/cjhobo: Pag. 34 (l.b.); Shutterstock/Dafinchi: Pag. 45, 95 (o.); Shutterstock/ Dejan Dundjerski: Pag. 219; Shutterstock/Dmitriy Kochergin: Pag. 98; Shutterstock/Drop of Light: Pag. 77 (b.); Shutterstock/ Dusan Petkovic: Pag. 197; Shutterstock/Frans Blok: Pag. 83; Shutterstock/Gorgev: Pag. 228; Shutterstock/Ian Dyball: Pag. 212; Shutterstock/IoanaB: Pag. 222 (o.); Shutterstock/Jeff Hinds: Pag. 130 (m.); Shutterstock/Kagan Kaya: Pag. 6/7; Shutterstock/ Krakenimages.com: Pag. 130 (l.); Shutterstock/Lopolo: Pag. 194; Shutterstock/makuromi: Pag. 99 (m.); Shutterstock/Matt Ivanov: Pag. 77 (l.o.), 77 (r.o.); Shutterstock/Maya Kruchankova: Pag. 135 (b.); Shutterstock/Menno van der Haven: Pag. 107 (b.), 111; Shutterstock/Min C. Chiu: Pag. 90; Shutterstock/mon_ter: Pag. 229; Shutterstock/mujijoa79: Pag. 107 (o.); Shutterstock/ Olha Rohulya: Pag. 70/71; Shutterstock/OrangeVector: Pag. 44; Shutterstock/Paceman: Pag. 224 (o.); Shutterstock/Paul Aniszewski: Pag. 201; Shutterstock/Pavel1964: Pag. 127 (r.b.); Shutterstock/PHILIPPE MONTIGNY: Pag. 187 (o.); Shutterstock/ Photographee.eu: Pag. 84 (o.); Shutterstock/Pixel-Shot: Pag. 29; Shutterstock/Ratchat: Pag. 224 (b.); Shutterstock/Regreto: Pag. 223 (b.); Shutterstock/Rudmer Zwerver: Pag. 80; Shutterstock/ sirtravelalot: Pag. 244; Shutterstock/Sokolova V: Pag. 106 (b.); Shutterstock/Vaclav Volrab: Pag. 74; Shutterstock/wavebreakmedia: Pag. 54; Shutterstock: Pag. 130 (r.); 165 (l.o.); Sittrop Grafisch Realisatiebureau, Rotterdam: Pag. 9 (l.b.), 9 (r.b.), 127 (o.), 132, 133 (l.o.), 134, 138 (b.), 144, 145 (r.), 152, 156 (l.b.), 156 (r.b.), 157, 158, 161 (b.), 161 (o.), 162, 165 (b.), 167, 206 (o.); Tombow Pen & Pencil / www.tomboweurope.com: Pag. 127 (m.); Weerplaza: Pag. 103; Wikimedia Commons/Wikimedia Commons: Pag. 46 (o.)

OMSLAG
Alexandre Eggermont/Getty Images

ISBN 978 94 020 6907 5

Release 2021, eerste oplage

MAX

Je mag dit boek houden.
Handig als naslagwerk.

Je mag in dit boek schrijven
en aantekeningen maken.

Je hebt ook toegang tot
de online leeromgeving.

AUTEURS
S. Michon
F. Kappers
C. Schatorjé

ISBN 978 94 020 6907 5
596167

MALMBERG